

アスファルト

第31巻 第158号 平成元年1月発行

158

特集・維持修繕の現状と課題

特集にあたって	溝口 忠	1
道路舗装の維持修繕について	森永教夫	2
地方道における舗装の維持修繕について	白土 實	10
高速道路舗装の維持修繕について	大野滋也	14
都市内高速道路舗装の維持修繕について	山田 実・山田 淳	20
長大橋における舗装の維持修繕について	奥川淳志	24
維持修繕に関する研究開発の動向	片倉弘美	30
阪神高速道路環状線通行止め補修工事	河野富夫・長谷川能史・東 定生	39
凍結防止剤を添加した舗装補修について	近藤 陽	50
ジオテキスタイル中間層を用いたオーバーレイ工法	水取清一・堀田 穂	56
工事渋滞と舗装路面冷却による早期交通開放	石倉大幹・羽山高義	66

〈工事事務所長シリーズ・その35〉

10年ぶりの福岡国道	朝倉 肇	73
〈用語の解説〉		
転圧コンクリート舗装(RCCP)	小島逸平	76
クリープ試験(アスファルトのクリープ試験)	高橋正明	78
〈統計資料〉石油アスファルト需給統計資料		79

ASPHALT

社団法人 日本アスファルト協会
JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

***** 第58回 アスファルトゼミナール開催のご案内 *****

拝啓 時下ますますご清栄のこととお慶び申し上げます。

さて、恒例の弊協会主催の「アスファルトゼミナール」を下記要領にて開催致します。

内容等参考の上、奮ってご参加くださいますようご案内申し上げます。

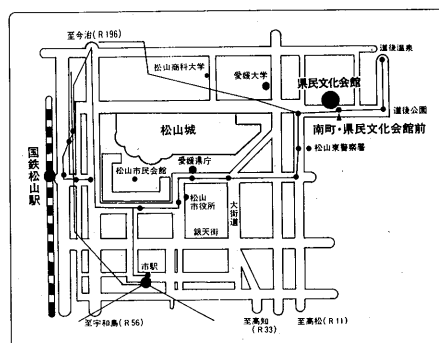
敬 具

記

1. 主 催 社団法人 日本アスファルト協会
2. 協 賛 社団法人 日本アスファルト乳剤協会
3. 後 援 社団法人 日本道路建設業協会、社団法人 日本アスファルト合材協会、
アスファルト合材四国地区連絡協議会、四国舗装協会
4. 開催日時 平成元年2月10日（金）9：20～16：45
5. 開催場所 愛媛県県民文化会館サブホール（案内図参照）
松山市道後町2-5-1 ☎0899-23-5111
6. 内 容 裏面「プログラム」参照
7. 申込方法 平成元年1月20日までに下記参加申し込み書に必要事項をご記入のうえ会費を添えて現金書留でお申し込み下さい。申し込み受付次第受講券、領収書をお送りいたします。
8. 申込先 社団法人 日本アスファルト協会 アスゼミ係
〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7 和孝第10ビル
☎03-502-3956

9. 参加費 4,000円
10. 参加人数 600名（締切日以前でも定員になり次第締め切らせていただきます。）
11. そ の 他
 - ①払い込み済みの参加費は、不参加の場合でも払い戻しいたしません。参加者の変更をすることは差し支えありません。なお、不参加者には後日テキストを送付致します。
 - ②宿泊のあつ旋は、勝手ながら致しませんので、各自にてお願いします。
 - ③会場には駐車設備がありませんので、車でのご来場は、ご遠慮願ます。

（会館案内図）



＜交通案内＞

南町・県民文化会館前下車

- 国鉄松山駅から
伊予鉄市内電車（道後温泉行）で15分
伊予鉄バス（道後温泉駅前行）で15分
- 松山市駅から
伊予鉄市内電車（道後温泉行）で10分
伊予鉄バス（道後温泉駅前行）で10分
- 松山空港から
伊予鉄バス（道後温泉駅前行）で35分
- 松山観光港から
伊予鉄バス（道後温泉駅前行）で40分

.....キリトリ線.....

第58回アスファルトゼミナール参加申込書

勤 務 先			
所 在 地	〒		Tel
申込責任者氏名			
所 属 ・ 役 職			
参 加 人 数	合 計		名

プログラム

開催月日 平成元年 2 月 10 日 (金) 9 : 20 ~ 16 : 45

開催場所 愛媛県県民文化会館サブホール

松山市道後町 2 - 5 - 1 ☎ 0899-23-5111

1. 挨拶

9 : 20 ~ 9 : 35

社団法人 日本アスファルト協会会長

鹿 島 實

建設省四国地方建設局長

佐 藤 清

愛媛県土木部長

神 原 俊 彦

松山市土木建築部長

萬 家 照 展

2. 講演にあたって

9 : 35 ~ 9 : 55

社団法人 日本アスファルト協会名誉会長

谷 藤 正 三

3. 平成元年度道路予算案

9 : 55 ~ 10 : 35

建設省道路局道路総務課企画官

山 本 繁太郎

4. 舗装用ストレート・アスファルトの品質と性状

10 : 35 ~ 11 : 55

社団法人 日本アスファルト協会

アスファルト舗装技術委員会品質・試験法分科会長

牛 尾 俊 介

(昼食休憩 11 : 55 ~ 12 : 55)

5. 特殊アスファルトの現状

12 : 55 ~ 14 : 15

建設省土木研究所道路部舗装研究室長

安 崎 裕

(休 憩 14 : 15 ~ 14 : 25)

6. 第10次道路整備五箇年計画と四国地方の道路整備

14 : 25 ~ 15 : 25

建設省道路局企画課課長補佐

徳 山 日出男

7. これからの土木技術者の育成を考える

15 : 25 ~ 16 : 45

中央大学理工学部土木学科教授

茨 木 龍 雄

(演題・講師の一部が変更になりました)

特集にあたって

溝 口 忠

建設省道路局道路保全対策官

昭和63年度を初年度とする第10次道路整備五箇年計画においては、次に示す4つの課題に配慮しつつ総合的に道路整備を進めることとしている。

即ち、

- (1) 高規格幹線道路網等の整備を推進し、多極分散型国土の形成の基礎となる全国的交流ネットワークを強化する。
- (2) 都市内道路網等の整備を推進し、魅力ある快適な生活、生産空間としての都市形成を図る。
- (3) 地域社会の振興、活性化に資する道路等の整備を推進し、地方部の定住と交流を促進する。
- (4) 道路の利用水準を向上させるための多様な道路機能の充実及び道路資産の適切な活用と保全を図る。

とされている。

また、総投資規模53兆円の事業内訳をみると、維持管理の充実等に充当する事業費として、8兆8,100億円が見込まれている。道路整備は今後とも計画的かつ着実に実施されてゆくこととなるが、これまでに蓄積されてきた貴重な公共財産を常に良好な状態に維持管理してゆくための不斷の努力が必要であると考えられる。

現在、都市間高速道路の供用延長は4,500kmを超えており、都市高速道路についても首都高速道路201km、阪神高速道路138kmをはじめ、名古屋、福岡、北九州の各都市内高速道路を合せ、供用延長は合計で約400kmに達している。また、長大橋梁群を中心とする本州四国連絡道路は、供用中の延長は107kmとなっている。これら大規模構造物を含む道路の延長が増加してゆくのに伴い、今後は長大橋梁、トンネル等構造物の良好な維持管理も重要な課題である。

一般道路についてみれば、本舗装の延長は22万3千kmに及んでおり、舗装ストックは昭和45年の2.4倍に増加、簡易舗装を含めた舗装済延長は71万km以上に達し、道路ストックの着実な増大をみて

いる。

一方、国内貨物輸送の分担率は、昭和40年には自動車による輸送は全輸送量（トンキロ）の26%であったものが、昭和60年には46%と大きくシェアを延ばしており、自動車交通量についてみても昭和40年に比べて昭和60年には約2.3倍に増加している。

また、道路交通は質的にも変化しており、トラック（積載量5トン以上）のうち8トン以上のシェアは、昭和40年には10.7%であったものが、昭和60年には90.2%に達している。

このように、交通の質・量とも変化しており、年ごとに厳しさを増す苛酷な状況に適切に対応した道路管理が求められているのである。

今後の望ましい道路保全のあり方の一例として、舗装の保全について考察してみる。

道路管理者にとって望ましい舗装管理とは、舗装のライフサイクル中に必要なトータルな費用を最小化することにある。一方、道路利用者にとっての望ましい舗装管理は、安全で円滑な交通が確保されるとともに、燃料消費や車輛の損傷等が最小化され、走行費用及び時間費用を最小化することにある。

従って、長期的に舗装の保全を検討するにあたっては、この両者のトータルコストを考慮した保全を考える必要があるのである。

今後、交通量の増大等道路の保全費用の増加要因に加え、道路施設そのものの老朽化に伴い、その額は急増していくことが予測される。このため、道路施設の維持・保全を合理的、経済的に実施していくための方策について、更に検討を進める必要があると考えられる。

今回の特集が、今後適切な維持修繕を実施してゆくに際しての貴重な資料となることを期待するものである。

道路舗装の維持修繕について

森 永 教 夫*

1. まえがき

近年、道路事業の中で維持管理の重要性が高まっており、各方面において調査研究、技術開発の動きがある。

特に道路の維持管理の中で多くの部分を占めている舗装について、整備状況、直轄国道における修繕工事の実態について紹介する。

2. 道路舗装の現状

(1) 道路舗装事業の推移

我が国の本格的な道路整備は、昭和29年度に始まった第一次道路整備五ヶ年計画からであり、その後9次にわたる5ヶ年計画にもとずいて計画的に進められてきた。それにともない道路ストックも著しく増加してきている。

特に、道路ストックは昭和40年度以降の道路整備の推進により増加が著しく、舗装をはじめ橋梁、トンネル、立体横断施設、道路照明、防護棚等多岐にわたっている。表-1は、道路ストックの推移である。この中で、本舗装延長の増加が大きい。本舗装の整備状況を年代別にみると、昭和40年度245千km、昭和50年度で146千km、昭和60年度で208千kmとなり、昭和40年代の増加が大きいことがわかる。

次に、道路種別ごとに簡易舗装も含めてその整備状況をみる。図-1は全道路の整備状況であるが、昭和60年度においても約40%の未舗装部分がある。また、舗装済の延長のうち2/3がアスファルト系簡易舗装である。昭和40年度以降、舗装延長が急速に伸びてきているが、そのストックとしては十分な状態とは言えない。また、セメントコンクリート系の舗装のシェアはアスファルト系に比較して非常に小さい。

最初に、一般国道の整備状況をみると、未舗装区間が急速に解消されてきており、その多くの部分がアスファルト系高級舗装によって占められている。これに

対してセメントコンクリート系舗装は延長、シェアともに低下してきている。(図-2)

次に都道府県道をみると、未舗装区間は急速に解消されつつあるが、簡易舗装によるところが大きく、舗装延長、シェアとも低下してきている。(図-3)

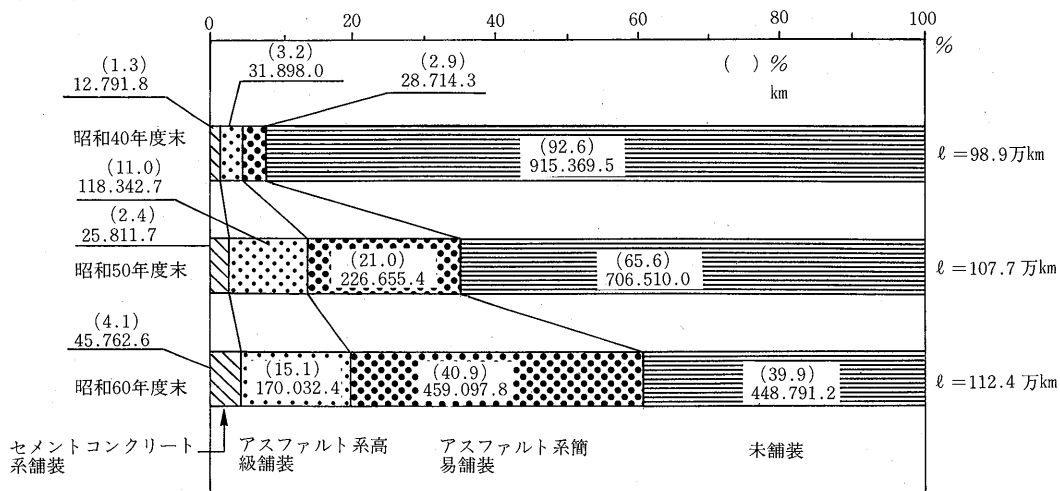
市町村道をみると、昭和60年度で、ようやく1/2強が舗装されたにすぎない状況である。また、舗装済区間の多くがアスファルト系の簡易舗装である。ま

表-1 道路ストックの推移

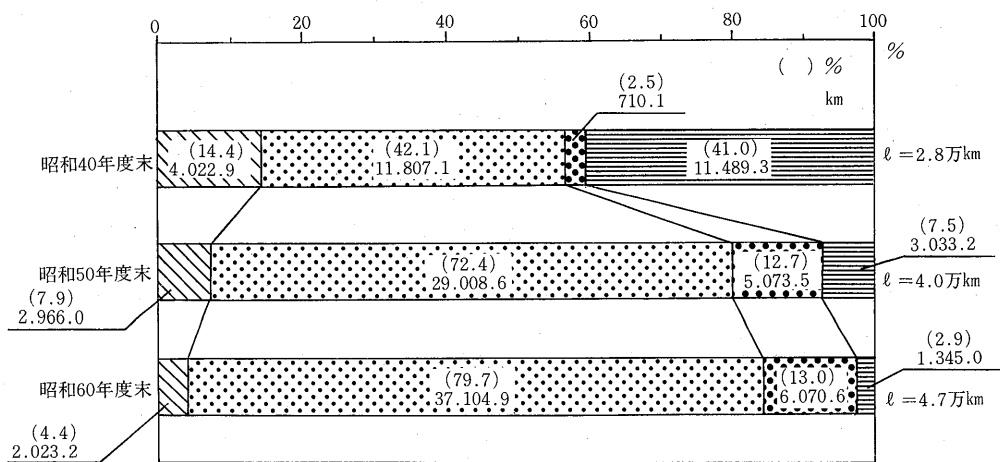
年度	35	40	45	50	55	60
実 延 長 (千km)	973	989	1,024 (100)	1,079 (105)	1,113 (109)	1,128 (110)
本 舗 装 (千km)	20	45	92 (100)	146 (159)	180 (196)	214 (233)
橋 梁 (km)	4,810	5,073	5,710 (100)	6,518 (114)	7,096 (124)	8,104 (142)
ト ン ネ ル (km)	329	438	575 (100)	773 (134)	977 (170)	1,265 (220)
横断歩道橋 (カ所)	—	—	5,090 (100)	7,984 (157)	9,152 (180)	9,781 (192)
地下横断歩道 (カ所)	—	—	388 (100)	1,210 (312)	1,587 (409)	2,050 (528)
道 路 照 明 (千基)	—	—	387 (100)	833 (215)	1,138 (294)	1,590 (411)
防 護 棚 (千km)	—	—	16 (100)	36 (225)	63 (394)	86 (538)
道 路 標 識 (千本)	—	—	415 (100)	851 (205)	1,184 (285)	1,483 (357)
植 栽 (千㎡)	—	—	—	2,339	3,151	5,097

- (注) 1. 実延長～道路標識下段()書は昭和45年度を100とした時の指数。
 2. 実延長、本舗装、橋梁、トンネル、横断歩道橋、地下横断歩道は「道路統計年鑑」による。
 3. 道路照明、防護棚、道路標識は「道路交通経済要覧」による。又、高速自動車国道、有料道路、道路法以外の道路をのぞく。
 4. 植栽は直轄国道のみで「道路現況調」による。

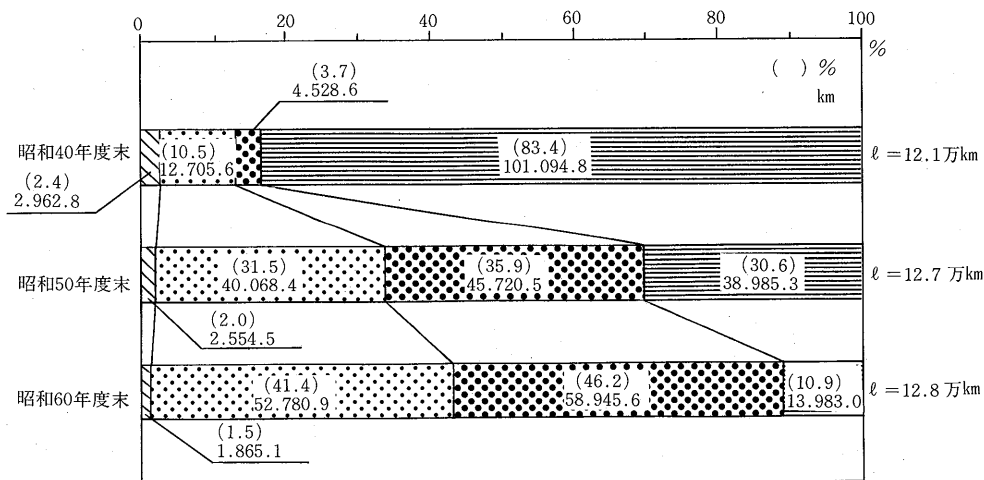
*もりなが のりお 建設省国道第一課課長補佐



図一 舗装の推移 (全道)



図二 舗装の推移 (一般国道)



図三 舗装の推移 (都道府県道)

た、セメントコンクリート系舗装も延長を伸ばしているのが特徴であ。ただし、市町村道におけるセメントコンクリート系舗装のうち相当の部分が簡易な方法で施工されているものがあると考えられている。(図-4)

(2) 舗装の損耗の状況

道路整備の進展にともなう、管理すべき舗装延長も増加してきている。一方、近年の社会経済の発展にともなう、道路交通の増加、車両の大型化が進んでおり、直接荷重をうける舗装の損耗は著しいものがある。

効率的に舗装を維持管理するためには、適確に舗装の状況を把握する必要がある。舗装の状態の評価方法については、道路維持修繕要綱にある供用性指数(P S I)等があるが、直轄国道においては舗装の供用水準の総合的な評価指標として次式で表わされる維持管理指数(MC I)を用いている。

$$MC I = 10 - 1.48C^{0.3} - 0.29D^{0.7} - 0.47\sigma^{0.2}$$

MC I : 維持管理指数

C : ひびわれ率 (%)

D : わだち掘れ量 (mm)

σ : 縦断方向凹凸量 (mm)

MC I の評価としては、3 以下は早急に修繕が必要な区間、4 以下は修繕が必要な区間、5 以上は望しい管理水準の区間としている。

MC I は、供用開始直後に 8 ~ 9 の値をとり、以後交通荷重等の影響をうけて時間とともに低下し、およそ 10 年程度で 4 ~ 5 以下となる。(図-5)

特に雪寒地域においては、スパイクタイヤやチェーンの装着により路面が損傷を受けていることから、直

轄国道では、5 年程度で MC I 4 の水準まで急激に低下している区間もあり、他の地域に比べて損傷が速く進んでいる。

直轄国道において、早急に修繕を要する MC I 3 以下の延長が 815km (昭和 61 年度当初) もある。また、直轄国道において、10 年以上経過している延長が全体の 35 % もあり、今後、年数の経過とともに舗装路面の損傷が早急に進行していくことが予想されている。(図-6)

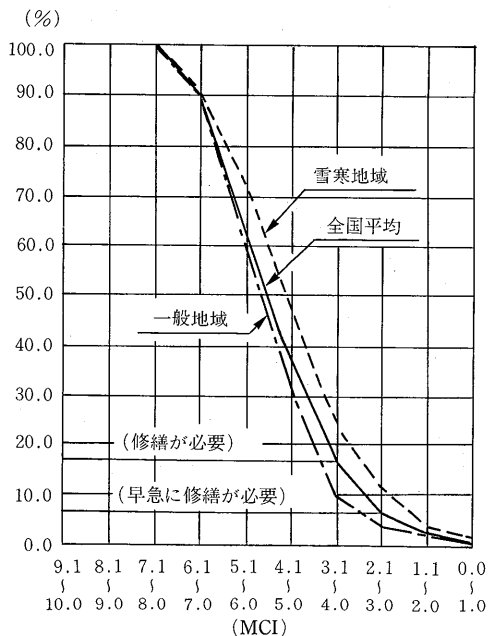


図-5 直轄国道における舗装のMC I加積曲線
(61年度当初)
(出典：国道第一課調べ)

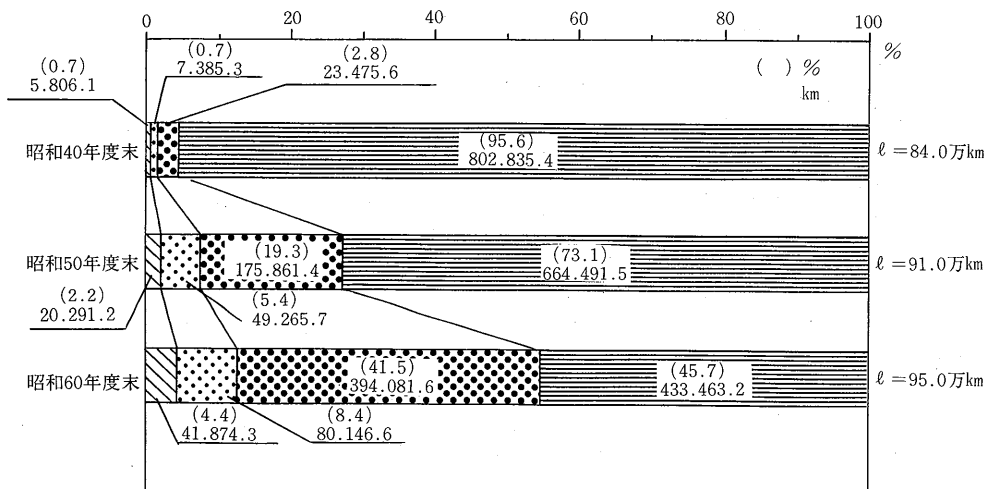


図-4 舗装の推移 (市町村道)

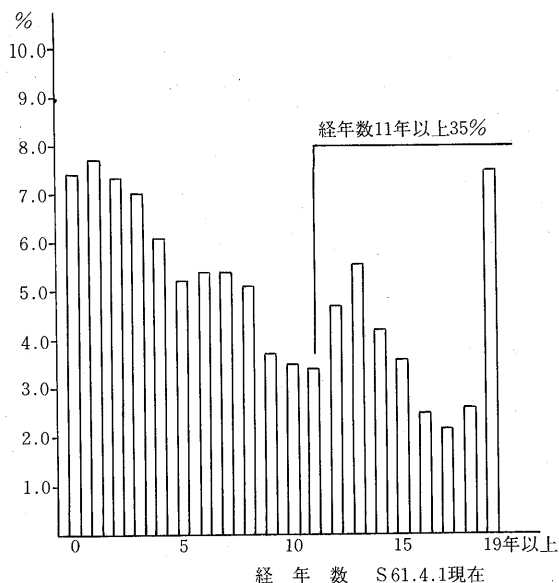


図-6 直轄国道における路面の経年数分布
(出典：国道第一課調べ)

3. 舗装の修繕工事の現状

舗装の修繕工事の実態を把握するため、地方建設局、北海道開発局および沖縄総合事務局の管内の各事務所ごとに、舗装の修繕工事について、その工法と修繕に

至った原因、施工延長および面積、工事費、前回の維持修繕からの期間等について調査した。調査対象としたのは昭和62年度に発注した修繕工事の中からサンプリングを行った。この調査の結果について紹介する。

(1) 修繕の工法

調査対象とした418件の工事について、修繕工事として行われた工法について、主な工法（第一工法）とそれと併用して行われた工法を2つまで複数回答で求めた。その結果、第一工法単独での施工の件数は55.3%であり、過半数は単独の工法により修繕が行われていたことが判明した（図-7。外側の円が第一工法、内側が第2工法を示す）。

修繕の原因についても工法と同様に、第1から第3原因まで集計したところ、件数で50.7%が単独であった。（図-8）

次に適用工法の内訳を図-9に示すと、オーバーレイと切削オーバーレイが合わせて約8割を占め、全層打換え、部分打換えなどは、少数であることが分かる。したがって、修繕において採用される工法の大部分は、オーバーレイ、切削オーバーレイであると考えられる。

地域別にみると、北海道においてはオーバーレイが82.0%であり、東北、北陸のような雪寒地域では、オ

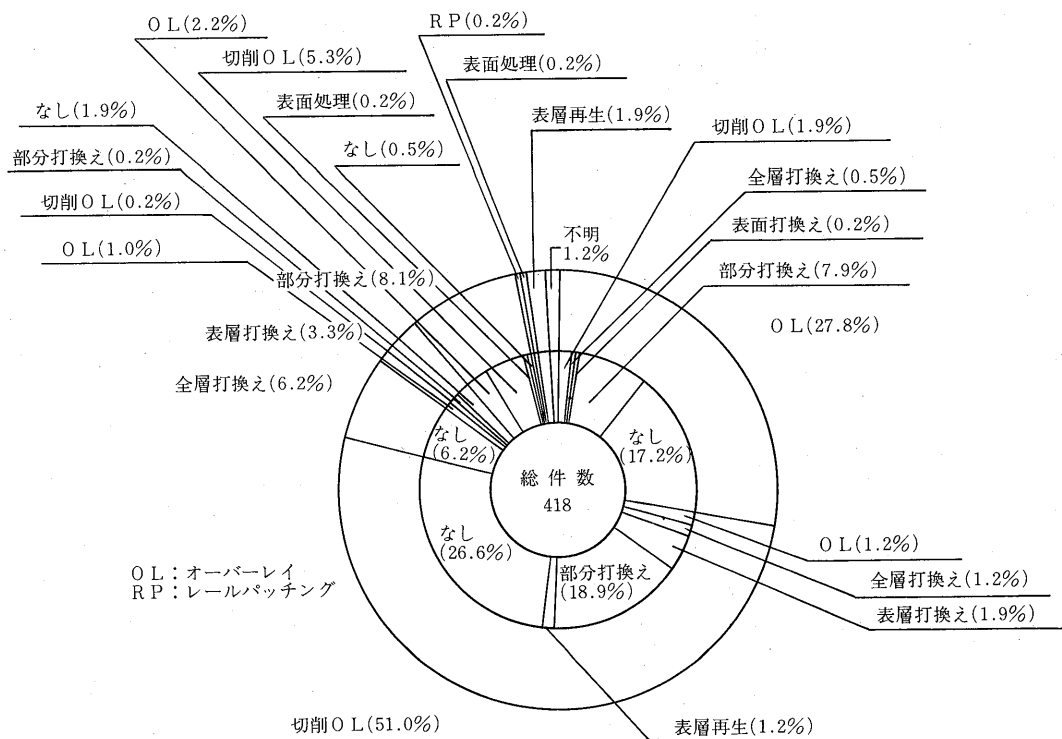


図-7 第1工法に占める第2工法の割合

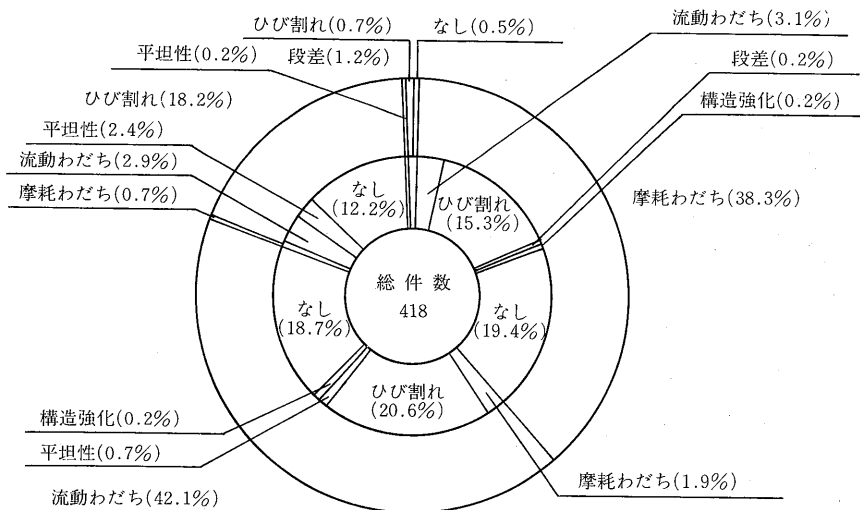


図-8 第1原因に占める第2原因の割合

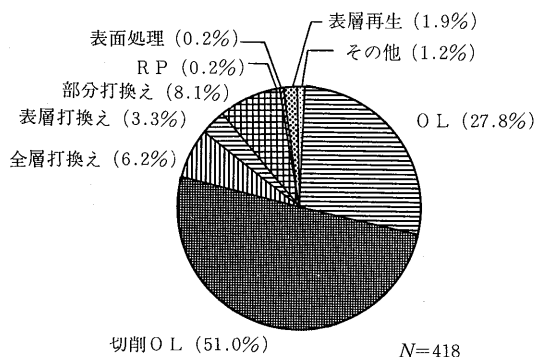


図-9 適用工法の内訳
(箇所数集計, 全国)

オーバーレイの比率が高い。その他の地域では、全層打換えや表層打換えの割合がやや多くなるが、全般的には切削オーバーレイの比率が高くなっている。このように雪寒地域ではオーバーレイが、一般地域では切削オーバーレイが修繕工法として主要なものとして採用されている。

次にそれぞれの工法と修繕原因との関係を見る。

① オーバーレイ

オーバーレイを第1工法として施工した箇所について、その修繕原因をまとめたものが図-10である。修繕原因としては、摩耗・流動わだちを合わせて75.8%となりひび割れが24.1%となっている。特に摩耗わだちが56.0%と半数以上を占めているのが特徴的である。

地域別にみると、雪寒地域を多くもつところでは摩耗わだちが多くなっているが、その他の地域では流動わだちやひび割れの比率が高くなっている。

② 切削オーバーレイ

同じように切削オーバーレイを第一工法とした箇所について、修繕原因を集計したものを図-11に示す。

摩耗および流動わだちが90.2%も占めており、特に流動わだちが53.1%とその割合が多く、オーバーレイの主な修繕原因が摩耗わだちであることと異なった結果となっている。

地域別にみると、オーバーレイと同様、雪寒地域では摩耗わだちが、一般地域では流動わだちとひび割れが中心である。

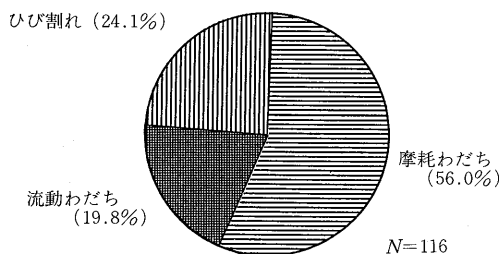


図-10 オーバーレイにおける原因別割合
(箇所数集計, 全国)

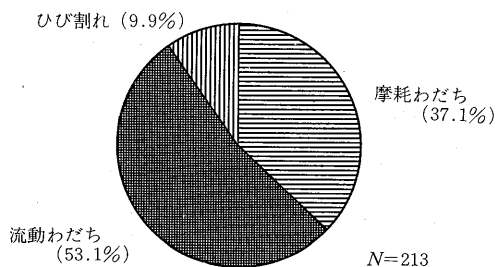


図-11 切削オーバーレイにおける原因別割合
(箇所数集計, 全国)

③ 全層打換え

全層打換えを行った箇所について、修繕原因を集計した結果を図-12に示す。オーバーレイ等と異なり、わだち掘れよりもひび割れや段差の割合が多くなっている。

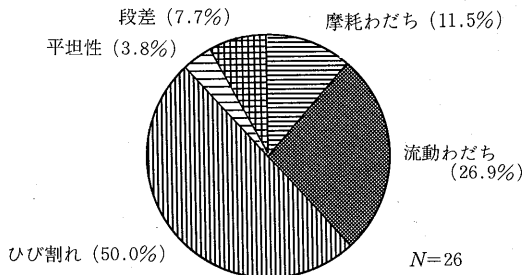


図-12 全層打換えにおける原因別割合 (箇所数集計, 全国)

(2) 修繕の原因

調査した修繕工事について、修繕に至った原因別にまとめた結果を図-13に示す。

内訳をみると、摩耗わだちと流動わだちがほぼ同程度の比率であり、この2つを合わせると修繕の原因の約80%がわだち掘れによるものであることがわかる。

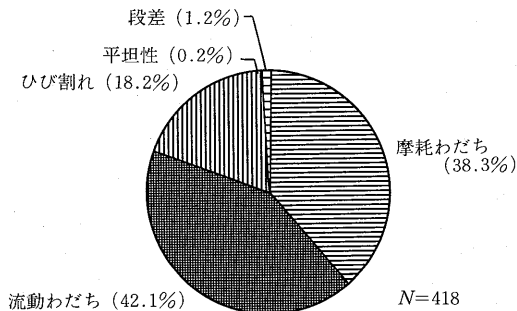


図-13 修繕原因の内訳 (箇所数集計, 全国)

地域別にみると、北海道・東北・北陸等の雪寒地域では、いずれも摩耗わだち単独で80%前後を占めているが、その他の地域では流動わだちが主で、摩耗わだちは少ない。

次に、各修繕原因別にどのような工法により、修繕を実施したかを見てみる。

① 摩耗わだち

摩耗わだちが第一原因で修繕を実施した箇所について、どのような工法を採用したかを示すと図-14の通りである。

摩耗わだちの修繕として用いられる工法は、オーバーレイおよび切削オーバーレイがほとんどで、他の工

法はあまり採用されていない。

地域別にみると、北海道において79.5%がオーバーレイで行われているのに対して、東北では切削オーバーレイが74.5%、オーバーレイが21.3%となっている。さらに北陸では切削オーバーレイが50.0%、オーバーレイが25.0%、その他打換え等も行われており、地域により異なった傾向となっている。

ここで修繕の原因を細かく見ると、北海道では、第1原因を摩耗わだちとする修繕のうち、第2原因が無しの箇所が68.2%、ひび割れが第2原因の箇所が31.2%であるのに対して、東北では、第2原因が無しが40.4%、ひび割れが31.9%、流動わだちが25.5%、また北陸では、第2原因無しが18.8%、ひび割れが75.0%となっており、修繕原因の傾向に違いがみられる。地域ごとに摩耗わだちに対する工法に差があるのは、このことを反映したものと考えられる。

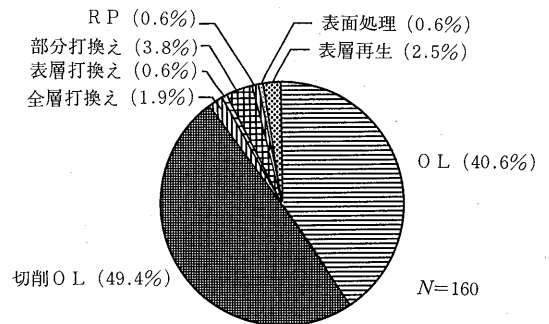


図-14 摩耗わだちに対する採用工法 (箇所数集計, 全国)

② 流動わだち

流動わだちについての結果のまとめを図-15に示す。摩耗わだちの場合に比べてオーバーレイの割合が低下し、切削オーバーレイの割合が増えており、流動わだちについては、多くの場合、切削オーバーレイで対処して

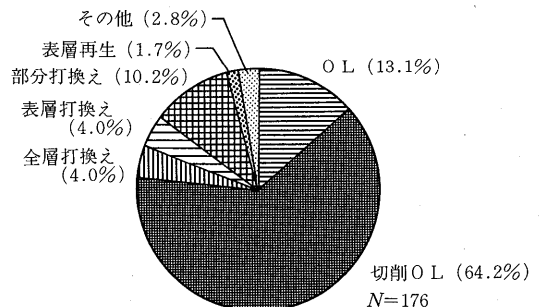


図-15 流動わだちに対する採用工法 (箇所数集計, 全国)

いると考えられる。また、部分打換えや表層打換えの割合が大きくなっている。地域別にみると流動が多い地域については、切削オーバーレイが50～70%と多くなっている。

③ ひび割れ

ひび割れについてのまとめを図-16に示す。わだち掘れの場合に比べて、全層打換えや部分打換えの比率が高くなり、オーバーレイ、切削オーバーレイが少なくなっている。

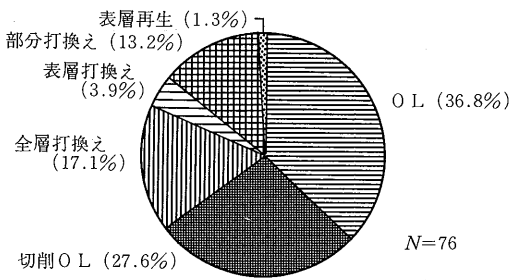


図-16 ひび割れに対する採用工法 (箇所数集計, 全国)

(3) 修繕サイクル

アスファルト舗装は一般に10年間の供用に耐えることを前提として設計している。しかし、交通条件が予想よりも苛酷なものとなったことが原因となり、供用後、数年で補修しなければならないほど損傷が進行してしまうケースも生じている。そこで、現在修繕工事が何年サイクル (前回の維持修繕工事からの経過期間) で行われているかについて集計してみた (図-17)。

図-17は、10年までは2年ごとに、それ以後は5年

ごとに積み上げたものである。11～15年にピークが現れており、これ以前に全体の42%が修繕を行われている。また16年以上という箇所もかなり多くある。この中には、維持工事は含まれていないか、修繕サイクルとしては、およそこの程度の期間と考えてよい。

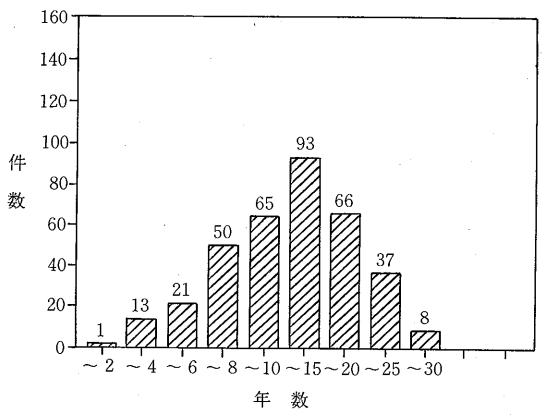


図-17 前回の修繕からの経年数

4. 舗装の維持修繕の今後の課題

従来は、道路舗装は新設または施工の後ある程度の時間が経過すると損傷が生じ、機能の低下がみられるようになる。このような時期にオーバーレイ等の修繕工事を行うことによって機能の回復が図られてきた。しかし、最近では交通の増加、都市内の渋滞等の理由により、長期にわたって交通規制を行って、修繕を行うのが困難となってきている。特に、東京都内等では、交通への影響を考えて、夜間しか工事が出来なくなっている。また、その際も、全面的に交通を止めて行うのではなくて、一部でも交通を確保しながら行うことが多く、修繕工事についてきびしい状況になっている。

(表-2)

表-2 路面性状と沿道住民の苦情(直轄国道59年度)

路面の性状	騒音		振動		水・泥はね		排水不良		合計	
	件数	相対頻度%	件数	相対頻度%	件数	相対頻度%	件数	相対頻度%	件数	相対頻度%
ひびわれ率	40	7.2	24	4.3	6	1.1	0	0.0	70	12.6
わだち掘れ	31	5.6	51	9.2	204	36.7	0	0.0	286	51.4
縦断凹凸	9	1.6	18	3.2	0	0.0	0	0.0	27	4.9
コルゲーション	5	0.9	10	1.8	1	0.2	0	0.0	16	2.9
段差	20	3.6	28	5.0	3	0.5	0	0.0	51	9.2
ポリッシング	1	0.2	2	0.4	1	0.2	0	0.0	4	0.7
ポットホール	6	1.1	7	1.3	1	0.2	0	0.0	14	2.5
ラベリング	2	0.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	0.4
かさ上げその他	0	0.0	0	0.0	0	0.0	86	15.5	86	15.5
合計	114	20.5	140	25.2	216	38.8	86	15.5	556	100.0

出典:「建設省技術研究会論文集」(昭和61年10月)

一方、道路利用者、沿道住民からの道路に対する要望も多く、その中では舗装に対するものが多くある。そのため、より一層のきめの細かい維持修繕が求められている。

このように、維持修繕工事をとりまく状況を考えると、舗装に関して設計法、材料、施工等の分野で新しい技術開発が期待されている。

特に舗装のマネージメントシステムの確立、それを支えるデータベースの整備をはじめ、舗装を長期にわたって保全していくために、材料的、構造的に耐久性のあるものや、経済的、省資源的な補修工法、舗装の

状態を的確に把握するための試験機器、更に、交通に影響を与えない補修工法の開発が必要である。

5. あとがき

舗装の修繕工事については、直轄の調査結果で紹介したように地域によって原因やそれに対する工法もそれぞれ異っている。このように、さまざまな状況におかれている舗装について、より効率的な修繕が行われるように、各分野において、幅広い検討が期待されている。

フルデプス・アスファルト舗装設計施工指針（案）

B5版 42ページ 実費頒価 800円（後払い不可）・申込先（社）日本アスファルト協会

〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7

路床の上のすべての層にアスファルト混合物を用いたフルデプス・アスファルト舗装は、昭和40年代半ばから積極的な試みとして市街地道路を中心にシックリフト工法により施工され、実施例は数十例に及んでいます。

当協会のアスファルト舗装技術委員会においてフルデプス舗装の厚さ設計の基準化とシックリフト工法の標準化に関して鋭意検討され、ここに「フルデプス・アスファルト舗装設計施工指針(案)」がとりまとめられ出版することになりました。

フルデプス舗装は、舗装厚が薄く、工種が単一化されることから、工期が非常に制約される箇所等に適用して有効であるが、またアスファルト舗装の修繕に伴って発生する舗装廃材の利用方法の一つとして、フルデプス舗装の路盤への再生加熱アスファルト混合物の利用が考えられ、省資源の観点から今後普及する可能性も大きい。

本指針（案）を、フルデプス舗装の設計施工に従事する関係者必読の書としておすすめします。

目次

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| 1. 総説 | 3-4 アスファルト混合物 |
| 1-1 フルデプス・アスファルト舗装の定義 | 4. 路床および路盤 |
| 1-2 適用範囲 | 4-1 概説 |
| 2. 構造の設計 | 4-2 路床 |
| 2-1 舗装の構造 | 4-3 路盤 |
| 2-2 設計の方法 | 5. 表層および基層 |
| 2-3 排水 | 6. 品質管理および検査 |
| 3. 材料 | 6-1 概説 |
| 3-1 概説 | 6-2 出来形および品質の管理 |
| 3-2 瀝青材料 | 6-3 検査 |
| 3-3 骨材 | 7. 記録 |

地方道における舗装の維持修繕について

白 土 實*

1. はじめに

わが国の道路整備状況は表-1のとおりであり、一般道路の総延長は約1,095,000kmであり、そのうち都道府県道は約127,000kmであり、一般道路の総延長の約12%を占めている。また舗装率の推移をみると図-1のとおりで、昭和62年4月1日現在の舗装率は一般国道で85.1%、都道府県道で44.2%、市町村道で13.8%であり、一般道路合計においては20.4%に過ぎない。また国道、都道府県道合計でも55.1%であり50%を超えたのは昭和58年度である。

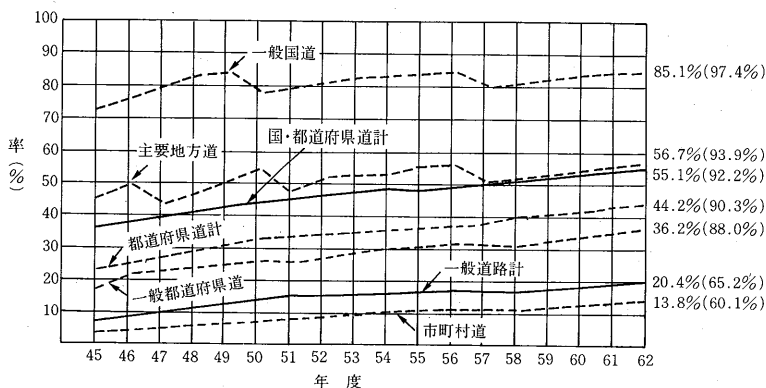
また舗装の種類別延長は図-2,3のとおりセメント舗装は4.6%、高級アスファルト舗装15.7%、簡易舗装44.9%、未舗装は34.8%の状況であり、簡易舗装と未舗装を合わせると約80%も占めている現状で、まだまだ道路を整備する必要がある。

表-1 道路種類別整備状況

(単位km, %)

区 分	実 延 長	改 良 区 間		舗 装 区 間			
		延 長	率	延 長	率	簡易舗装を含む	
				延 長	率	延 長	率
一般国道	46,523	39,709	85.4	39,572	85.1	45,319	97.4
指定区間	20,211	20,059	99.2	19,686	97.4	20,055	99.2
指定区間外	26,312	19,650	74.7	19,886	75.6	25,264	96.0
都道府県道	127,681	66,705	52.2	56,438	44.2	115,331	90.3
主要地方道	50,031	31,453	62.9	28,344	56.7	46,994	93.9
一般都道府県道	77,650	35,252	45.4	28,094	36.2	68,337	88.0
国・都道府県道計	174,204	106,414	61.1	96,010	55.1	160,650	92.2
市町村道	920,817	367,298	39.9	127,035	13.8	553,766	60.1
合 計	1,095,021	473,712	43.3	223,045	20.4	714,416	65.2

(注) 昭和62年4月1日現在、道路統計年報1988より



(注) () 内数値は簡易舗装を含む舗装率を示す。

図-1 道路の整備状況の推移 (道路統計年報より)

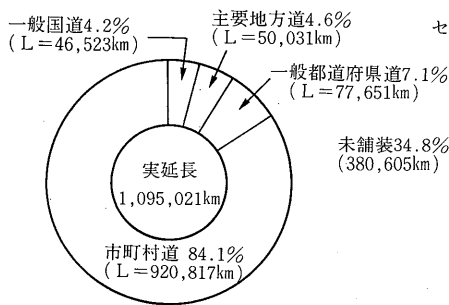


図-2 道路種別実延長および比率

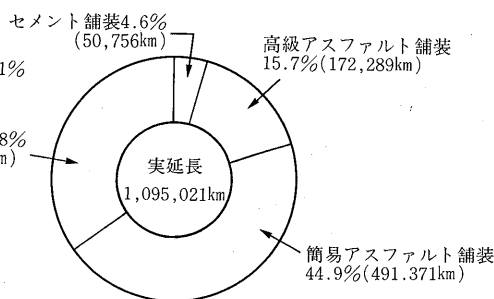


図-3 路面別延長および比率

(昭和62年度初、道路統計年報より)

*しらど みのる 建設省道路局地方道課舗装係長

図-4 は概ね第1次～第9次にわたる道路整備5箇年計画での舗装の推移を表わしており、昭和40年代の前半から簡易舗装が急速に増加している。これは昭和39年度が第4次道路整備5箇年計画の初年度にあたり、この第4次道路整備5箇年計画に簡易舗装が盛りこまれ、この年度から簡易舗装が補助事業で採択されたためである。

このように都道府県道は、簡易舗装を含めれば90.3%の舗装率であるが、高級舗装の舗装率は44.2%とまだ50%未満の状況である。また簡易舗装の維持修繕の量も増加しており整備と維持修繕を実施しなければならないという状況が現在の都道府県道の現状である。

2. 都道府県道の事業費の推移

昭和50年度から昭和61年度までの事業費の推移は図-5に示すような推移となっており昭和55年度からはほぼ横バイとなっている。また図-6に示すとおり舗装新設の事業費は昭和54年度をピークに年々減少する傾向にある反面、舗装補修の事業費は年々増加する傾向にある。また図-7に示すように全体事業費に占める舗装新設、舗装補修の事業費比率も年々舗装新設は減少し、舗装補修は増加している。(舗装新設は昭和50年度には16.9%であったが昭和61年度は8.5%に減少しており、舗装補修については昭和50年度には3.8%であったのが昭和61年度には6.5%に増加している。)

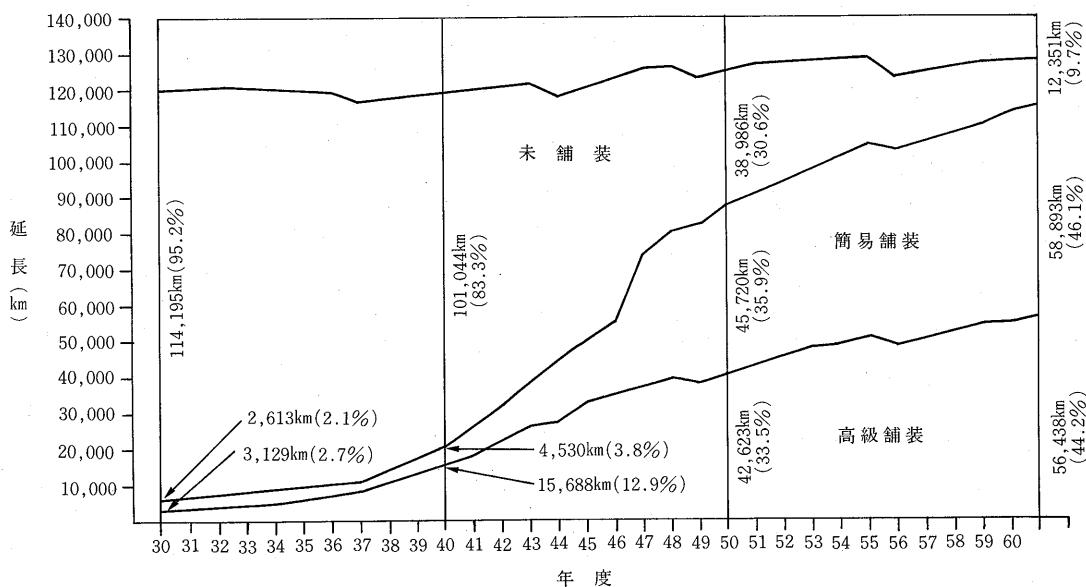


図-4 都道府県道の舗装の推移 (道路統計年報より)

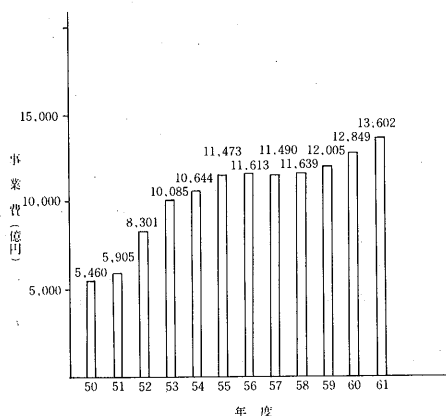


図-5 都道府県道の事業費の推移
(道路統計年報より)

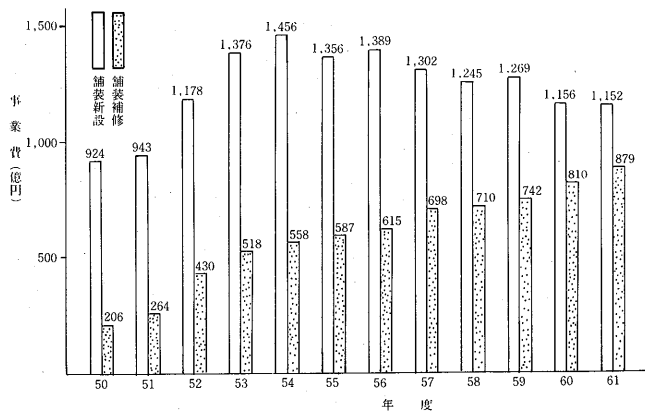


図-6 都道府県道の舗装新設、舗装補修の事業費の推移
(道路統計年報より)

これは舗装補修を必要とする量が増加し、その増加した事業費を舗装新設の事業費から移ったものではないかと推定される。

3. 舗装現況の実態

昭和58年4月現在での実態調査を実施した結果を図-8, 9, 10に示す。その結果、本舗装（高級アスファルト舗装）においては経年数10年以上のものが49.6%, 15年以上経過したものが21.5%である。簡易舗装では5年以上経過したものが79.3%, 10年以上経過し

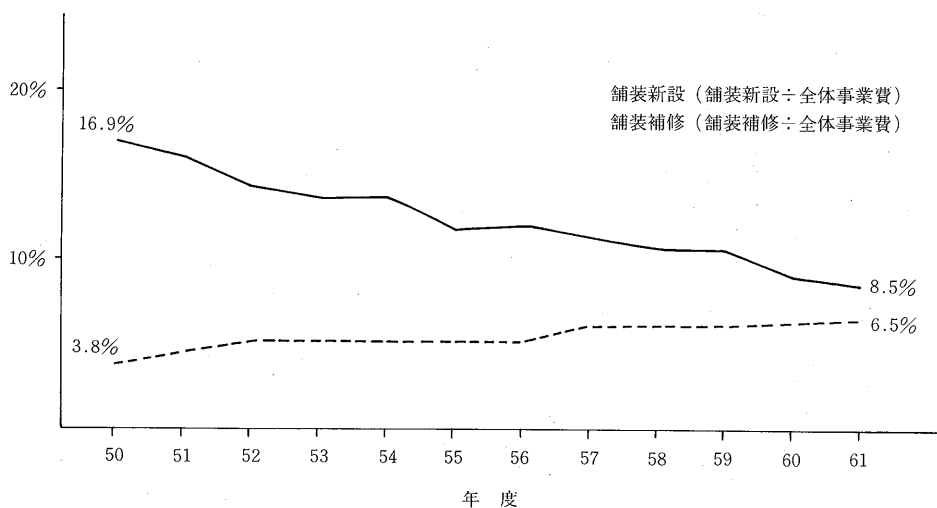
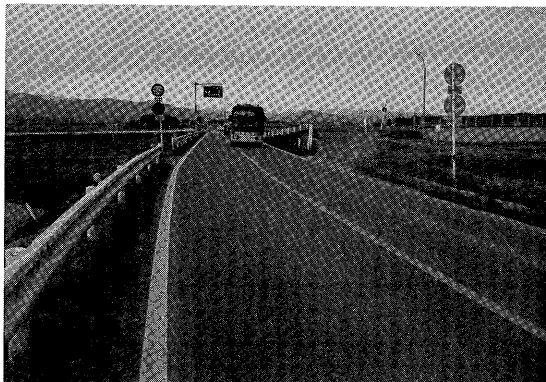
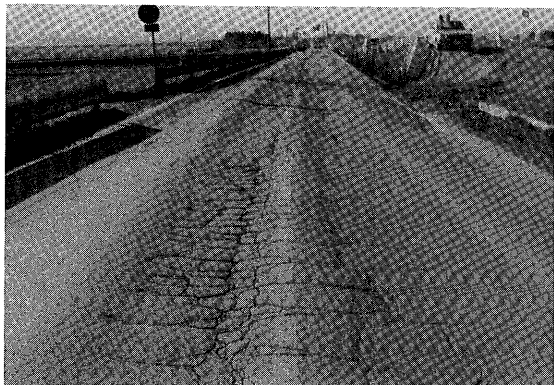
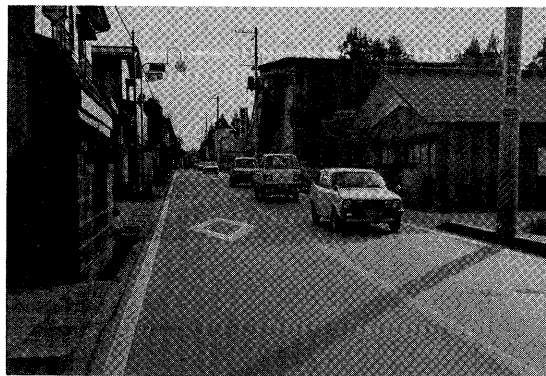


図-7 都道府県道の舗装新設、舗装補修の全体事業費に占めるシェア

補修前

補修後



たものが50.6%, 15年以上経過したものが14.0%であった。

一般的に言われている本舗装の寿命が10年, 簡易舗装が5年と言われているのに対し, 実態はこれらの寿命をはるかに経過した舗装が未補修の状態であるかを示している。

特に簡易舗装については, 簡易舗装の命5年に比べて古い舗装が多く存在しており路線の重要度, 交通状況を考慮しても補修のレベルは低いと言える。

実態調査(調査延長5,220km, 抽出率9%)より推計した都道府県道の簡易舗装のひびわれの状況は図-10に示すとおりであり, オーバーレイまたは打換えが必要とされるひび割れ率30%以上の舗装は全体の約23%, 13,000kmを占めている。

実態調査からいえることは, 寿命を経過した舗装で未補修の状態の舗装が多く存在し, また補修が必要とされる簡易舗装も多く存在していることがわかる。

4. 今後の見通し

第9次道路整備5箇年計画(昭和58年~昭和62年度)の舗装補修量の実績から年平均の補修量を算出すると3,400kmである。

仮りに本舗装における補修必要量を10,545km(経年数15年以上), 簡易舗装の補修必要量を13,000km(ひび割れ率30%以上)とした場合補修必要量は約23,500kmとなり, 年間の補修量を3,400kmとするとただちに補修すべき量が約7年分もあるということになる。

昭和61年度の都道府県道全体事業費に対する舗装補修費の割合は6.5%である。補修必要量を早急に補修するとなれば6.5%の数字は年々増加し, 舗装新設の事業費よりも舗装補修の事業費のほうが大きくなることも予想される。

5. おわりに

都道府県の整備はまだ低いレベルであり(改良率52.2%, 舗装率44.2%), 反面簡易舗装を含む舗装の維持修繕必要量も相当量となっており, 整備と維持修

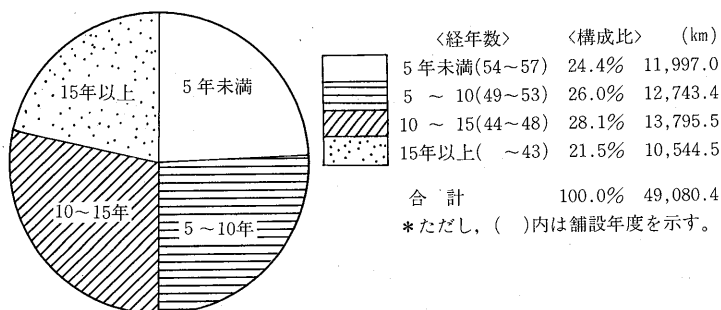


図-8 本舗装の経年別ストック

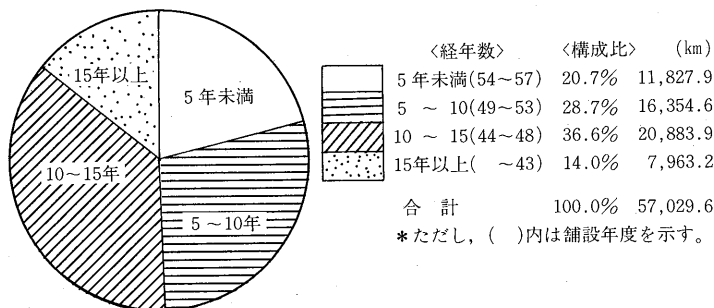


図-9 簡易舗装の経年別ストック

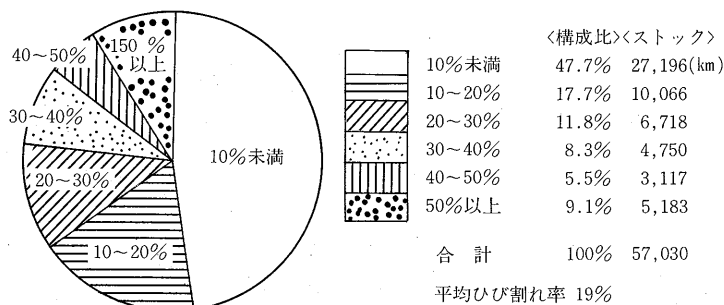


図-10 簡易舗装のひびわれ率別ストック(昭和58年4月1日現在)

繕を同時に実施するという状況が現在の都道府県道の実状である。

今後は適正な維持・管理を実施し, 補修必要量を増加させないようにすることが必要であろう。また補修を行う場合も補修箇所のランク付, 工法, 地域の条件等種々検討し, 投資効果が充分発揮出来るように実施することも必要となってくるものと考えられる。

道路はあらゆる社会経済を支える最も基本的な社会資本であり, 様々な機能を有するものである。道路を良好な状態で後の世代に引き継ぐことは我々に与えられた使命であると考えられる。

—参考文献—

- 1) 道路統計年報: 建設省道路局
- 2) 舗装: 建設図書, 1986・1 P15

高速道路舗装の維持修繕について

大野 滋也*

1. まえがき

わが国の高速道路は、昭和37年に開通した名神高速道路を初めとし、その延長も昭和63年3月では約4,280 kmに達し、日本経済を支える動脈として今や国民生活にはなくてはならないものとなっている。しかし、その舗装についてみると、この供用延長の増加にあわせて交通量の増加、摩耗を受ける地域の延長増、車両の大型化及び管理路線の老朽化などにより、将来維持修繕の必要延長は急増することが予想されており、経済的かつ耐久的な修繕工法の開発が強く望まれている。

本報文は、日本道路公団の管理する高速道路の舗装修繕の実態を述べるとともに、道路公団の取り組んでいる新工法及び工事渋滞対策の概要を紹介したものである。

2. 舗装修繕の実態

2-1 舗装の損傷

現在、わが国の高速道路の供用年数は最も古い名神でも約25年、全体の平均では約10年と比較的若い道路がほとんどであるが、全国

で様々な損傷が発生して維持管理上の問題点となっている。

図-1は、路線別修繕延長の推移を示したものである。昭和55年頃までは、名神、東名の修繕がほとんどであったが、昭和55年頃からは東北道、道央道等雪寒地域での修繕量が急増している。

図-2は、修繕原因別の推移を示したものである。

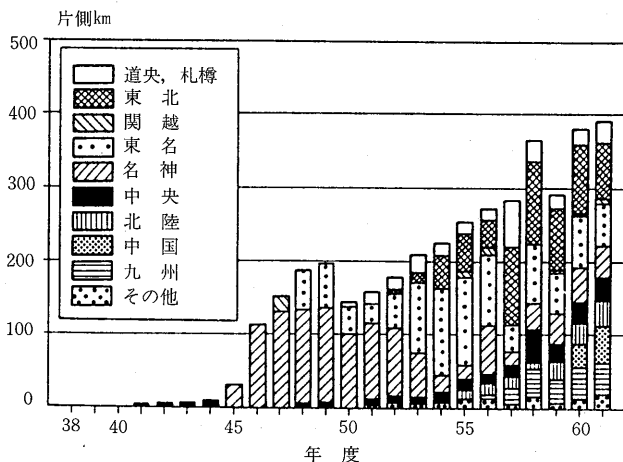


図-1 路線別修繕延長の推移

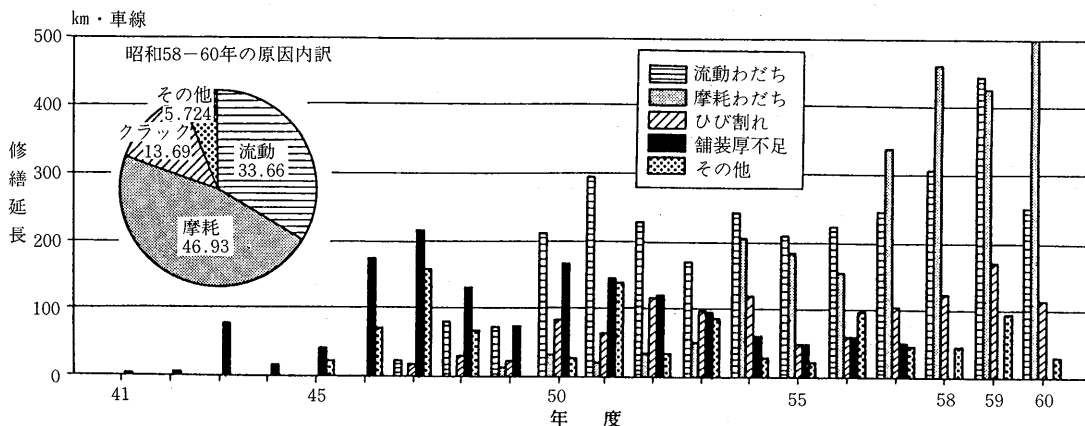


図-2 修繕原因別推移(全国)

*おの しげや 日本道路公団維持施設部維持第一課

これをみると昭和45～50年まで名神の舗装厚不足に伴う修繕が主流を占め、50年からはわだち掘れが急増している。なかでも摩耗わだち掘れは、昭和50年で約5%程度であったものが昭和55年では35%、57年からは流動わだち掘れを抜いて昭和58～60年の3ヶ年の統計では、全体の47%を占めるに至っている。一方、流動わだち掘れは同統計で34%を占めている。また、ひびわれは毎年100km車線前後で推移しており、修繕延長の14%程度となっている。

図-3は、全国的高速道路管理者を対象に実施したアンケート調査の結果の中から、各現場で問題となっている舗装の損傷について整理したものである。図によれば最近の舗装の問題点は段差、わだち掘れ及びひびわれであるといえる。以下にこうした舗装の損傷の概要を紹介する。

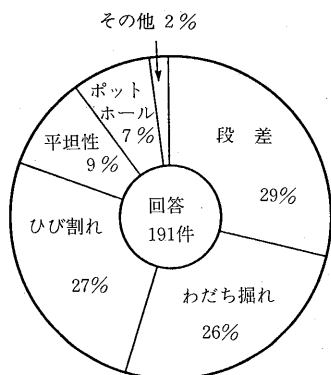


図-3 管理上問題となる損傷項目

(1) わだち掘れ

わだち掘れは現在最も問題となっているもので、摩耗によるものと流動によるものに大別される。写真-1は摩耗によるわだち掘れの様子を示したものである。わだち掘れが深くなり、雨水が溜まるようになると走



写真-1

行車による水はねやスモーキングなどで安全かつ快適な走行が損なわれることとなる。このわだち掘れの発生が著しい道路としては、道央、東北、北陸、中央、東名および名神などがある。

(2) ひびわれ

高速道路において発生するひびわれには種々のものがあるが、写真-2に一例を示す。

高速道路のひびわれは、表層混合物が原因と考えられるものが多いことが判明している。このひびわれは、交通に与える影響は少いが進行すると雨水等の侵入により舗装の構造的健全度を損うおそれがある。現在ひびわれの発生が著しい道路は、九州および中国道である。

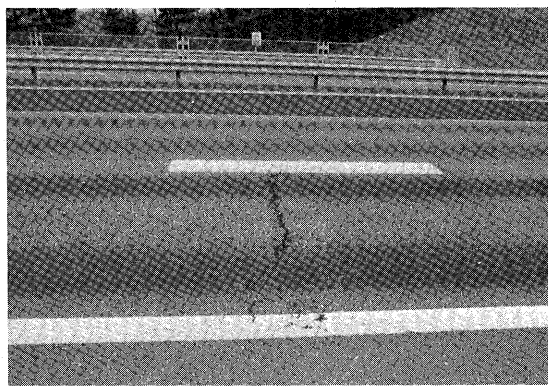


写真-2

(3) 段差

橋梁の取り付け部やエクspansionジョイントの前後に発生するもので、大きくなると荷くずれや振動等の原因となり、高速走行が困難となる。こうした段差は、軟弱地盤地帯における不等沈下や橋梁ジョイントと舗装との耐わだち掘れ特性の差で発生することが多い。写真-3は、軟弱地盤上の橋梁取り付け部に生じた段差の例を示したものである。

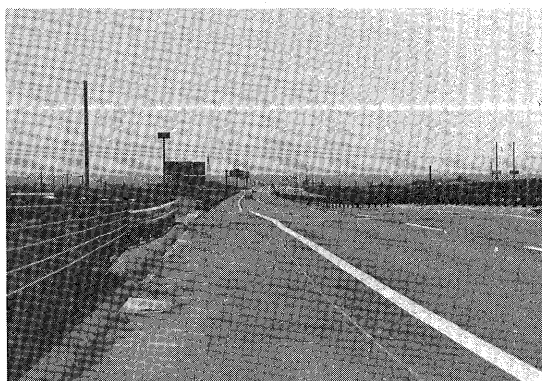


写真-3

(4) その他

近年、ダブルタイヤ形状にわだちが発生する特殊形状わだちの発生が、流動地域、摩耗地域を問わず報告されており現在発生要因について研究している。

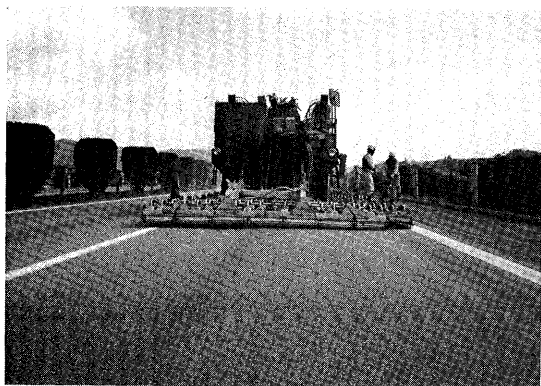


写真-4

2-2 舗装の維持修繕

舗装の修繕工法としては、オーバーレイ、切削オーバーレイ、打換え工、その他路上表層再生工法等が用いられている。また、小修繕、緊急修繕として段差修正、パッチング等も行なわれており、これらを加えると舗装の維持修繕には年間約150億円の経費を要している。

図-4は、適用した修繕工法の年度別推移を示したものである。(小修繕、緊急工事等を除く。)オーバーレイ工法は、名神の舗装厚不足に対して初めて実施され、昭和44年～55年頃には、舗装修繕の主流工法として適用されてきた。この工法の特徴は舗装面全体に層として被覆する方法で舗装の構造強化も図れるものである。また、排水柵や防護柵の高さに支障のない場

合には、経済性、迅速性にすぐれ有効な工法である。昭和55年頃まではほとんどが東名、名神における実施量であったが、昭和55年からは、東北道等の他路線でも実施されて来た。本工法の採用割合は昭和56年をピークに年々減少している。

昭和50年頃からは、東名などにおいて流動わだち掘れが著しくなり始めた。この流動わだち掘れは、舗装の表面性状の変化であり、舗装体の構造強化を必要としないことや、オーバーレイ工法では、路面の平坦性が保ち難いこと等から、路面の凹凸をなくす路面切削機が昭和47年頃より開発され、これによる切削オーバーレイ工法が大規模機械化修繕工法として確立された。この工法の特徴は他の工法に比較して、既設の路面高さに仕上げる事が出来、平坦性を保ち易いことである。

昭和54年頃からは、高速道路が東北道等の積雪地域へ延伸したことであいまって、摩耗わだち掘れの発生が著しくなった。これによる損傷は進行速度が早いので、舗装材の劣化していないものが多いので、切削廃材を有効利用する路上表層再生工法(リペーブ工法)が昭和56年頃より試験施工され、昭和60年までには70万㎡実施されている。このように年月の変遷とともに舗装の修繕工法も変化してきており図-4に示すように昭和44年～51年頃にはオーバーレイがほとんどであったが、近年(昭和58年～60年)では切削オーバーレイ工法が64%、オーバーレイ工法が20%となっている。またその他の中ではリペーブ工法が10%程度を占めている。

3. 新工法への取り組み

交通量の増大及び老朽化に伴う修繕工事の増大に伴

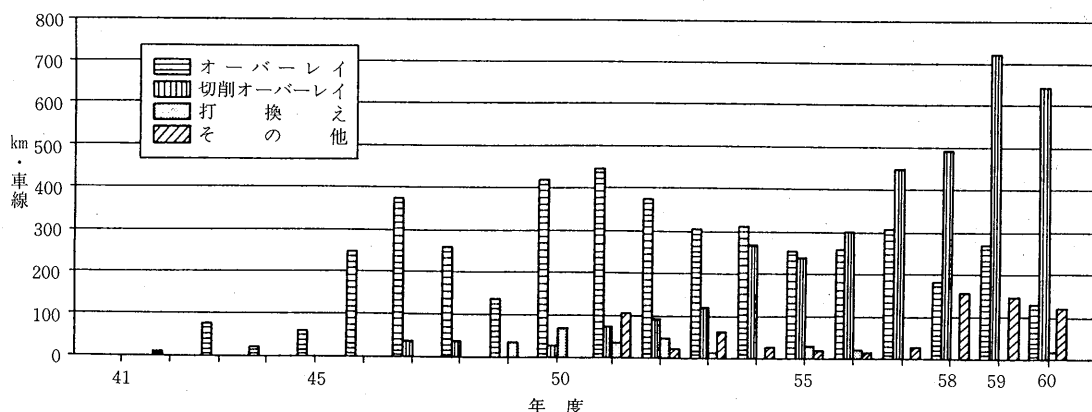


図-4 修繕工法の推移(全国)

い、重交通路線における工事渋滞の増加が著しくこの解消が道路公団のテーマとなっている。舗装修繕においては従来より経済性に優れた路上再生工法のリペーブ工法の導入およびリミックス工法の試行を行ってきた所であるが、近年、工事渋滞の低減をはかるべく耐久性の向上及び修繕工事の効率化を図っている所である。以下これらの取り組みの概要を紹介する。

(1) 路上表層再生工法

経済性、省エネルギー、省資源に優れた路上表層再生工法については、試験研究が進められ、そのうちリペーブ工法については昭和56年度から試験施工が実施され、昭和61年度より舗装修繕工法として導入されている。しかしリペーブ工法の採用にあたっては針入度 ≥ 40 、軟化点 ≤ 55 、新規合材厚15mm以上の確保等の条件があり適用範囲は限定されている。リミックス工法については施工機械および再生添加剤について試験所で研究が進められ、昭和63年度には全国で約48,000 m^2 の試験施工を行っている。リミックス工法はリペーブ工

法に比し以下の様な利点を持っている。

①添加剤を加えることにより針入度、軟化点の回復を図るため、リペーブ工法の施工条件である針入度 ≥ 40 、軟化点 ≤ 55 に適合しない箇所も施工可能。

②新規合材と旧合材を攪はん舗設し転圧するため、新規合材が少量でも施工可能。

以上の二点によりリミックス工法の適用範囲が飛躍的に拡大することが期待されている。

(2) バインダー材の検討

従来、道路公団においてはストレートアスファルト60-80（重交通路線の一般地域）及び80-100（摩耗地域及び中軽交通路線）を用いてきた所であるが、近年、高粘度アスファルトの耐流動特性に着目し、ストレートアスファルト40-60およびセンプローンアスファルトを東名等重交通路線で試行しており、現在効果の検証の段階にある。

(3) 半たわみ性舗装

空隙が大きい開粒度アスコンの空隙をセメントミル

タイプ	補足材等	作業行程	施工方式の名称
形状改善	新材を用いる場合	加熱→かきほぐし→敷均し→締固め 再生用路面ヒータ 路上表層再生機 ローラ	リペーブ方式
	補足材を用いない場合	加熱→かきほぐし→敷均し→締固め 再生用路面ヒータ 路上表層再生機 ローラ	リフォーム方式
品質改善	再生用添加剤等を用いる	加熱→かきほぐし→添加剤混合→敷均し→締固め 再生用路面ヒータ 路上表層再生機 ローラ	リミックス方式

図-5 路上表層再生工法の分類に対応する施工方式

クを充填する半たわみ性舗装は、耐流動性特性が優れていることから、新設トンネル内舗装等に試行されているが、セメントミルク養生に長時間を要するため維持修繕への適用は限られていた。しかし近年はその特性が重視され、休憩施設の駐車場および料金所コンクリート舗装区間前後のわだち対策として採用されつつあり、現在、施工基準等の整備を進めている。

(4) 水噴霧による養生時間の短縮について

舗装改良工事における合材舗装、転圧後の養生は従来自然冷却によっており通常3～4時間を要している。これを水の気化熱により周囲の熱がうばわれる原理を利用した、水噴霧工法により強制冷却し、養生時間の短縮および品質の向上をはかるものである。また維持修繕工事の限られた規制時間における施工効率化にも寄与するもので研究、開発が進められている。水噴霧工法については現在数社により機械化および試行が行われており、今後舗装の耐久性を検証しながら同工法を導入していく。

(5) その他

名神の開通以来25年間に、技術開発および管理からのフィードバックによる設計手法の改訂（CBR法からTA法他）が行われてきた。今後、東名神の改築等超重交通路線と並行して、横断道等軽交通路線が展開

されるにあたって路線の交通特性を重視した設計法の検討がされており、あわせて新技術の開発および導入を図っていく方針である。

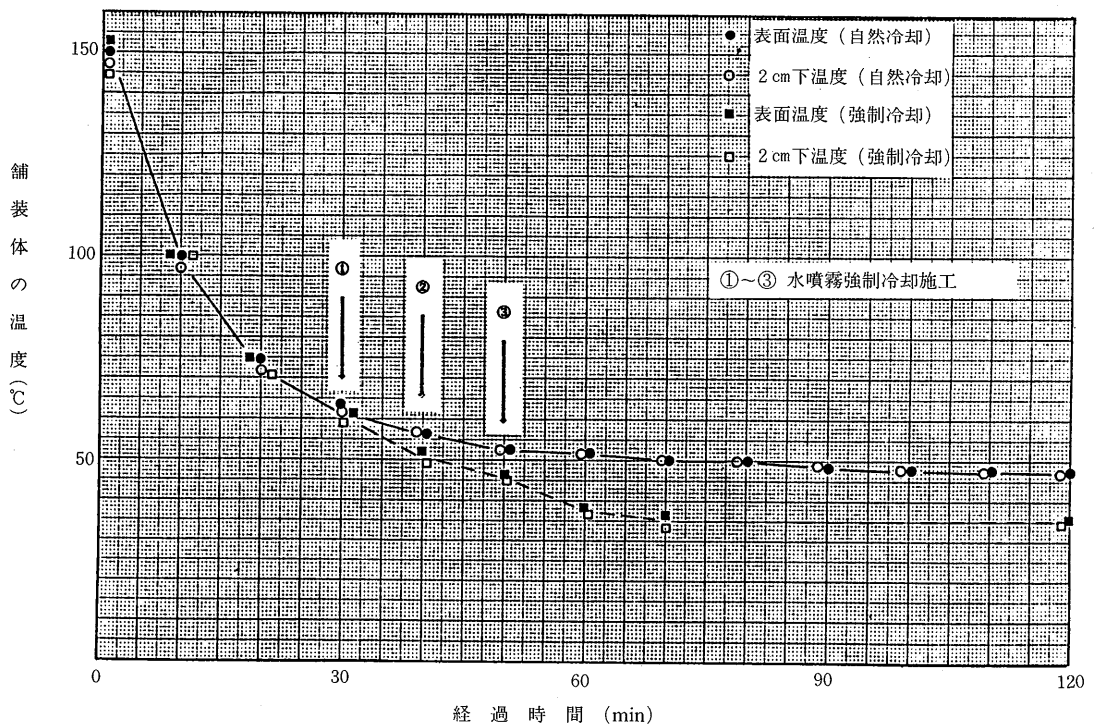
4. 工事渋滞対策

4-1 工事渋滞対策計画

道路を良好な状態に保守し、通行の安全と快適さを確保するためには、きめ細かな維持、改良、防災工事が必要不可欠である。さらに道路交通情報の提供装置を増設など、お客様のニーズに応えた新たな施設の整備並びに各施設の近代化等の工事を行う必要がある。従来から工事を行うにあたっては、同一規制内での複数工事の同時施工、規制時間及び曜日の調整等の対策、新聞、看板等による事前広報を実施してきたところである。今回、工事渋滞のなお一層の削減を目指して、施工時間帯の厳選、集中工事期間の設定等により、年間を通じて工事渋滞を大幅に削減する計画であり以下報告する。

①施工時間帯の厳選

交通量の特に多い区間にあつては、各区間の交通特性にあわせ、交通量の少ない曜日、時間帯を厳選し、早朝工事、夜間工事、休日工事を積極的に実施し、工事渋滞の発生をできるだけ回避する。なお夜間工事に



図一 6 試験施工例（昭和63年10月 中央道）

については、昭和45年頃から名神 栗東～尼崎間（栗東～吹田間は夜間閉鎖工事中心）で実施しており、その他重交通路線の近畿道、西名阪道及び一般有料道路（京葉道路他5路線）で実施して良好な結果をえている。

②集中工事の採用

特に渋滞発生の多い区間にあっては春、秋に約2週間の工事集中期間を設け、種々の補修工事や維持作業を一括して実施したり、長時間連続的に工事を行う事により施工能率をあげ、これにより年間の工事規制件数を減らし、工事渋滞回数を大幅に削減する。

③お客様への広報の充実

サービスエリアの予告板、チラシ、ハイウェイラジオ、道路交通情報センター、新聞等のメディアを活用し、工事規制の情報を事前に周知するようつとめる。

4-2 東名及び中央道の集中工事実施結果について

今回、警察庁の協力のもと、渋滞発生の特に多い区間、東名においては厚着～御殿場（下り線約50km）、静岡～焼津（上下線約12km）、中央道においては、調布～八王子（上下線約18km）について、十分な広報の実施、安全対策の充実等に配慮し、東名は10月17日（月）朝から10月24日（月）昼までの8日間、中央道は11月7日（月）朝から11月13日（日）昼までの7日間にわたり、集中工事を行った。

この結果、当初予想された大渋滞やお客様からの苦情も少く、集中工事により、仮想規制件数約1,090件（東

名800件、中央道290件）に相当する工事が効率的に実施でき、今後、年間の工事渋滞の低減が図れる見通しがついたと考えられる。来年度以降も、今回の集中工事の反省点、改善点を入念に検討し集中工事を工事渋滞対策の、最優先項目として検討したい。



写真-5

5. あとがき

以上、主に高速道路の舗装修繕について報告してきたが、道路公団では現在高速道路の修繕工事全般について、従来の機能回復を主眼とした研究とあわせて、工事によるサービスレベルの低下を極力さける工法等の開発を進めている所である。今後、この様なニーズに応じた技術開発が望まれる。

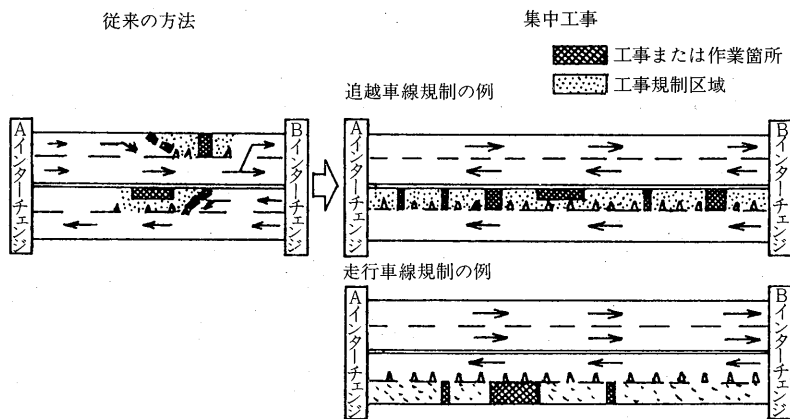


図-7 集中工事の概念図

—参考文献—

1. (財)高速道路調査会 路上表層再生工法に関する研究報告書(昭和60年2月 日本道路公団委託)
2. (財)高速道路調査会 舗装の評価に関する研究報

- 告書(昭和63年2月 日本道路公団委託)
3. 日本道路公団技術情報No.93 舗装修繕工事の実態分析 岩田久志

都市内高速道路舗装の維持修繕について

山田 実*・山田 淳**

1. まえがき

首都高速道路は、現在200.9kmを供用しているが、車両の大型化及び交通量の増加により舗装の損傷も激しくまた交通渋滞は慢性化している。これらの根本的な解決策は、高速道路網体系の早期完成であるが、それとともに供用路線における利用者の立場に立った維持修繕をはかることも重要である。

舗装は、活荷重が直接載荷されるため、交通の質、量及び速度により大きく影響を受け、わだち掘れ、ひび割れ等を生じさせる。これらを放置すれば供用性は低下し、安全な道路交通の確保に支障をきたす。このため、常に適切な維持修繕を行うことが重要である。しかし、舗装補修工事は1車線を規制して夜間に施工するため、工事渋滞を伴うことから自然渋滞とともに社会的に大きな影響を与えている。

首都高速道路公団ではこうした首都高速のおかれている社会的状況や、各路線のもっている交通条件などをふまえ、建設費、維持修繕費、利用者及び沿道住民の便益等をも考慮したトータルコストを勘案しつつ、首都高速道路の舗装管理システムの検討に着手した。

本論は、首都高速道路における舗装補修の現状と、今後の課題についてその概要を述べるものである。

2. 舗装補修の現状

2-1 首都高速道路の構造と舗装構成

首都高速道路の供用延長は200.9kmであり、その内訳は高架部分が172.2km (85.7%)、平面及びトンネル部分が28.7km (14.3%)となっており、その大部分が高架構造である。高架構造におけるコンクリート床版上の舗装構成は図-1に示すように、厚さ80mmの二層で、レベリング層は厚さ50mmの粗粒度アスファルトコンクリートを、表層は厚さ30mmの耐わだち掘れに優れていると考えられる粗粒度ギャップアスファルトコンクリートを使用している。また鋼床版上では、レベリング

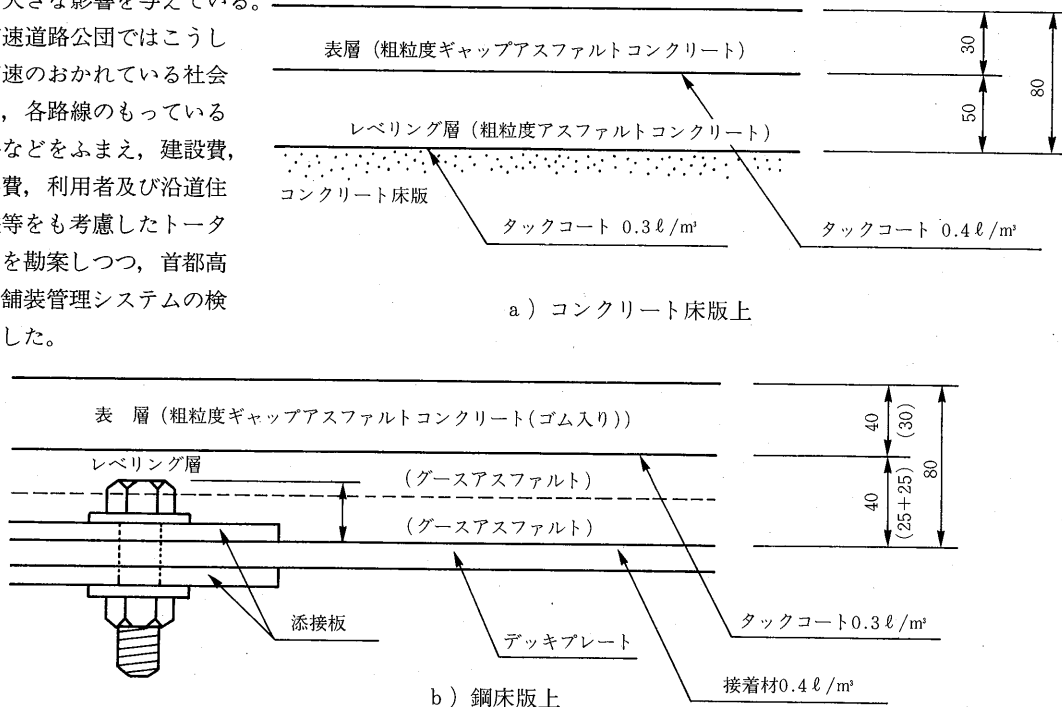


図-1 高架構造における舗装構成

*やまだ みのる 首都高速道路公団保全施設部保全技術課課長補佐

**やまだ じゅん 首都高速道路公団東京保全部第二維持事務所

層は厚さ40mmのグースアスファルトコンクリートを、表層は厚さ40mmの粗粒度ギャップアスファルトコンリート（ゴム入り）を使用している。

2-2 舗装補修の流れ

首都高速道路における舗装補修の流れを、図-2に示す。車上目視による日常点検を1日に1回行い、発見したポットホールなどはその都度補修している。また、写真撮影による定期点検を1年に1回行っており、このデータに基づき舗装補修の計画をたてる。補修は舗装体の損傷の程度により、図-1に示す表層を打ち換える補修と全層を打ち換える補修に分類される。補修の結果はMEDS (Metropolitan Expressway Data System) と呼ばれるデータベースに記録される。

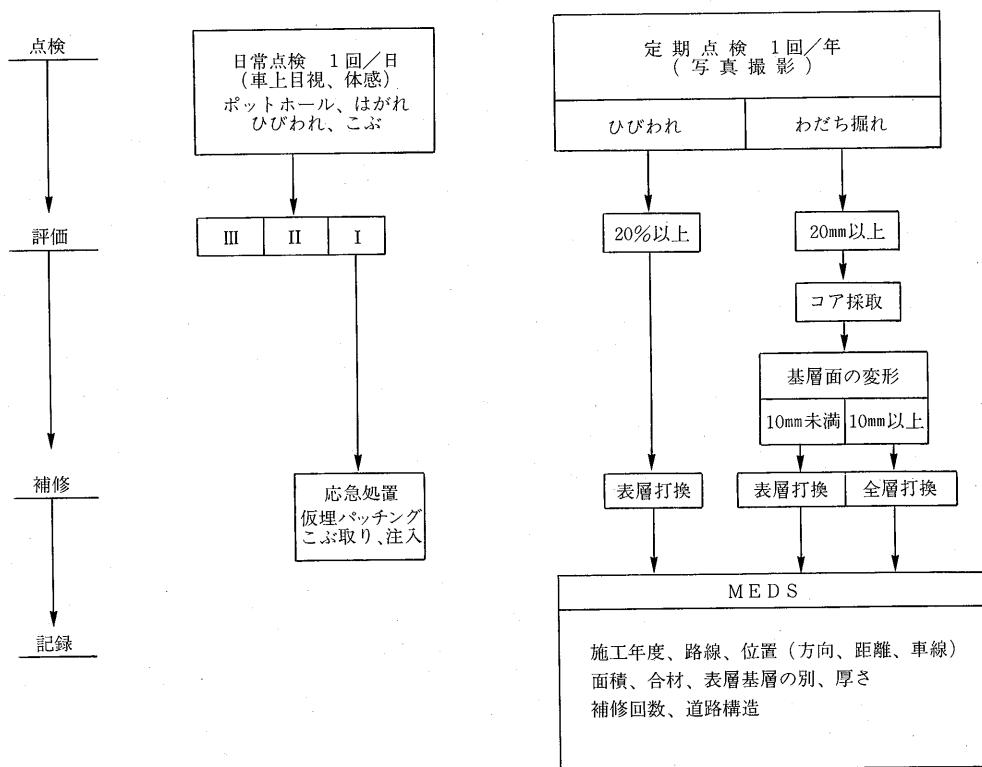
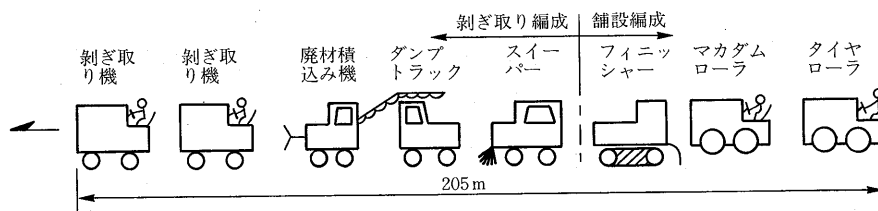
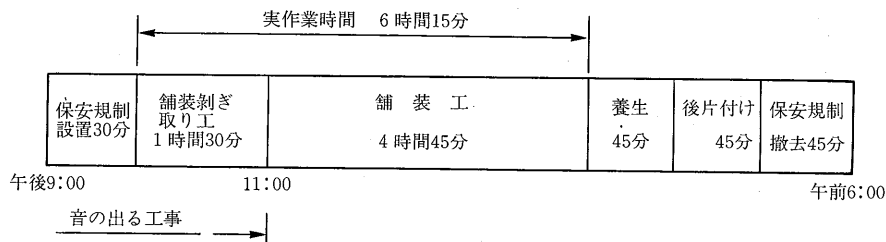


図-2 舗装補修の流れ



その他標識車1台、作業員輸送車及び雑機械運搬車が数台常駐
廃材積込ダンプトラックとアスファルト合材運搬車は必要数出入りする。

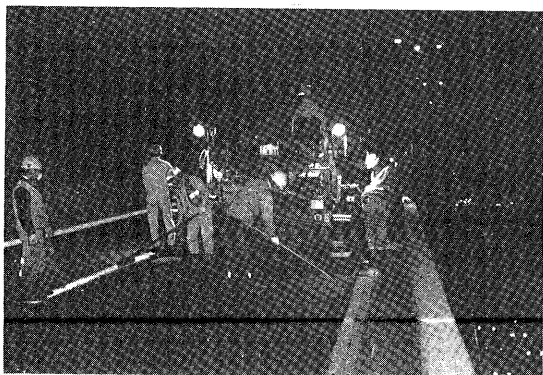
図-3 施工機械の編成



図－4 舗装補修の日工程

っているとも思われる。

工事の形態については種々の社会的要請から、特定の路線については期日を指定し、またその他の路線については曜日の指定をおこなって、大規模化・集中化をはかっている。表－1に、昭和63年度におこなった期日指定工事の工程表を示す。また写真－1に施工の状況を示す。



写真－1 施工状況（舗設）

2－4 補修頻度と要因

表－2に、昭和61年度に補修した頻度と要因を示す。全供用面積に対する補修面積の割合は10%強となっており、また補修の要因は、わだち掘れが98.4%とその大部分を占めている。わだち掘れが主要因となっていることについては、施工方法、材料、及び慢性的な交通渋滞等がその原因と考えられる。

表－2 補修頻度と要因（昭和61年度施工）

a) 補修割合

供用面積㎡	補修面積㎡	補修割合%
2,727,500	288,157	10.6

b) 補修要因

総面積 ㎡	わだち ㎡	ひびわれ ㎡	その他 ㎡
288,157 (100)	283,699 (98.4)	4,222 (1.5)	236 (0.1)

表－1 期日指定工事工程表（昭和63年度）

路 線	63年 8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	64年 1 月	2 月
1号羽田線		25 上り	12 下り	25			
横羽線(多摩川～浅田間)		25 上り	12 下り	25			
3号線				4 上り	25 下り	15	
4号線	20 上り	5 下り	18				
7号線						20 上り	7 下り
都心環状線外回り	毎週土曜日						
都心環状線内回り	毎週日曜日						
5号線	毎週月曜日(上り)、木曜日(下り)						
6号向島線	毎週火曜日						
9号線	毎週水曜日						
その他の路線	必要に応じて行います						

3. 今後の課題

3-1 材料及び施工方法の改善

前述したように、舗装補修の主要因はわだち掘れであるが、現在表層に使用している粗粒度ギャップアスファルトコンクリートよりも耐わだち掘れに優れた材料の開発や、その施工方法の開発が望まれる。

3-2 品質管理手法の改善

現在、舗装の補修管理については図-2に示す方法によっているが、補修工事の大型化・集約化に伴い、将来の供用限界予測等を取り入れた合理的な品質管理手法の開発が望まれる。

3-3 施工形態の改善

前述したように現在は年間を通して期日を指定して工事をおこなっているが、今後さらに社会的要請に答える施工形態を検討していかなければならない。

3-4 舗装管理システムの確立

以上を総合するかたちで、首都高速道路のおかれてある社会的状況をふまえ、利用者及び沿道住民等の便益をも考慮した合理的な舗装の管理システムを確立することが必要である。

4. あとがき

都市内高速道路としての首都高速道路における舗装の維持修繕について、その現状と今後の課題の概要を述べた。昨今の急激なモータリゼーションの発達の中で首都圏の動脈ともいえる首都高速道路の舗装補修工事を行うに当たっては、上記のとおり、数多くの課題をかかえており、それらに地道にとりくみ首都高速道路に適合した舗装管理システムを作成し実行していかなければならない。

皆様からご好評をいただいている下記出版物は、毎年改訂発行しております。

日本アスファルト協会・発行

『アスファルト・ポケットブック』1988年版

ポケットブック版・表紙ビニール製・本文72ページ・実費領価1部 700円(送料実費は申込者負担)
ハガキにてお申込み下さい。

主 な 内 容

- | | |
|---------------------|--------------|
| ○石油アスファルトの生産実績 | ○昭和63年度の道路予算 |
| ○石油アスファルトの需要推移 | ○道路の現況 |
| ○石油アスファルトの需要見通し | ○道路整備5ヵ年計画 |
| ○石油アスファルトの製造及び流通 | ○参考資料 |
| ○石油アスファルトの生産場所及び油槽所 | ○石油供給計画 |
| ○石油アスファルトの製造原油 | ○主要諸国の道路事情 |
| ○石油アスファルトの品質規格 | ○データーシート |
| ○石油アスファルトの用途 | ○住 所 録 |
| ○石油アスファルトの価格 | ○会員名簿 |
| ○道路投資額と石油アスファルト需要 | ○関連官庁・関連団体 |

長大橋における舗装の維持修繕について

奥 川 淳 志*

1. はじめに

昭和63年4月10日、本州四国連絡橋児島・坂出ルートが開通した。このルートの開通をもって、本州四国連絡道路の建設事業が1つの大きな節目を迎え、明石海峡大橋、来島大橋へと続く残る2ルートの完成を目指す建設の第2段階へ入るとともに、本格的な維持管理の時代に入ることとなった。

本州四国連絡道路の概要は、すでに多くの紹介記事があるので¹⁾、詳細は省略するが、表-1に示す通り、全供用路線107.4kmのうち、橋梁延長は40.8km(約38%)にのぼり、また橋梁延長のうち床版形式として鋼床版を採用した区間が約14kmとなっている。床版形式として鋼床版を採用したのは、長大橋梁では主要部材の設計断面力に占める死荷重の割合が大きいため、この死荷重を軽減することが経済性に結びつくためである。

表-2に本州四国連絡道路において、鋼床版を採用した主要な長大橋梁を示す。これらの橋の使命は今後100

年以上にわたり道路として安全で円滑な交通の用に供することにあるが、厳しい海上の自然にさらされるうえに、代替道路がなく、また維持補修も容易でない。従って、これら長大橋梁の建設にあたっては、特に耐久性の高い構造物とすべく設計施工されているが、鋼床版上に施工される橋面舗装もまた同様に鋼床版の変形に追従し、かつ安定度が高く、耐久性に富む舗装とすべく長い間の調査研究を基に、橋面舗装基準²⁾が作成され、それに基づいた設計、施工が実施されてきている。

表-1 本州四国連絡道路の供用路線延長

ル ー ト	供用延長	橋梁延長	鋼床版延長
神戸～鳴門ルート	45.2 (km)	11.4 (km)	3.167(km)
児島～坂出ルート	37.3	23.2	7.958
尾道～今治ルート	24.9	6.2	2.535
計	107.4 km	(38%) 40.8 km	(13%) 13.66 km

表-2 主な橋梁

ル ー ト	橋 名	型 式	径 間 長 (m)	床版形式
神戸～鳴門ルート	門 崎 高 架 橋	鋼箱桁橋	3×108, 149.6 +190.4 +190.4 +149.6	鋼床版
	大 鳴 門 橋	吊 橋	93+330 +876 +330	〃
	撫 養 橋	鋼箱桁橋	107 +160 +160 +107	〃
児島～坂出ルート	下津井瀬戸大橋	吊 橋	230 +940 +230	〃
	櫃石島高架橋	トラス橋	100.9	〃
	櫃 石 島 橋	斜 張 橋	185 +420 +185	〃
	岩 黒 島 橋	〃	185 +420 +185	〃
	羽佐島高架橋	トラス橋	125 +137	〃
	与 島 橋	〃	175 +245 +165	〃
	北備讃瀬戸大橋	吊 橋	274 +990 +274	〃
	南備讃瀬戸大橋	〃	274 +1,100 +274	〃
	番の州高架橋 (海 峡 部)	トラス橋	150 +180 +150	〃
尾道～今治ルート	尾 道 大 橋	斜 張 橋	85+215 +85	〃
	因 島 大 橋	吊 橋	250 +770 +250	〃
	伯 方 橋	鋼箱桁橋	90+145 +90	〃
	大 島 大 橋	吊 橋	140 +560 +140	〃

*おくがわ あつし 本州四国連絡橋公団設計部設計第二課長

しかし、本州四国連絡道路は、上述したように海峡部橋梁という特殊な環境にあり、維持管理上も通常の道路とは違った配慮もする必要性が考えられ、(財)海洋架橋調査会に委託している「本州四国連絡橋の橋面舗装に関する調査研究委員会(委員長:日本道路交通情報センター副理事長、多田宏行氏)において昭和59年度より検討を実施し、昭和62年度に、本州四国連絡橋装鋼床版舗装の維持修繕要領(案)がとりまとめられた。

本文は、本州四国連絡道路で採用した鋼床版舗装を概括するとともに、維持修繕要領の2、3の特徴を紹介する。

2. 鋼床版舗装

舗装の観点から考えると、鋼床版は鉄筋コンクリート床版と比較して、i) 剛性が小さいので局所的な変形が大きい ii) 鋼床版は鋼板で作られているので防錆上の配慮が必要である iii) 鋼床板全体の熱容量が小さいので温度の影響を受けやすい 等の特徴がある。

これらの鋼床版の特徴は、その上に施工される舗装本体に大きく影響する。即ち、i) 局所的な変形は舗装表面に引張り応力を生じ、舗装本体の劣化を早めるばかりでなく、その結果として発生する舗装のひび割れが鋼床版の腐食の原因ともなる。またii) 防錆上の配慮から防錆層や防水層を設けた場合、これらの舗装と鋼床版の接着性に与える影響を考慮する必要がある。さらにはiii) 外気温の影響を受けやすいことは施工時には冬期の舗装時における転圧が行き届きにくく締固めが不十分になりやすく、供用時には冬季低温時のひび割れ、夏季高温時のアスファルトの流動によるわだち掘れや縦流れなどの原因ともなる。

このようなことから、鋼床版舗装には、

- i) 鋼床版の変形に追従できるたわみやすさ
- ii) 高温時に流動や変形を生じることのない安定性
- iii) 低温時に硬化してき裂を生じないような耐ひび割れ性
- iv) 鋼床版を腐食させる水分の浸透を防ぐ不透水性などの性能を必要とし、かつ
- v) 死荷重を軽減するために薄層で軽量
- vi) 快適な走行性だけでなく、舗装本体や鋼床版の破壊を促進させる衝撃力を生じさせない平坦性が要求される。鋼床版橋面舗装基準は、このような必要性能を今日の技術水準で可能な限り考慮して作成されたものであり、この基準に基づいて本州四国連絡道

路の舗装の設計・施工がなされている。以下に児島一坂出ルート舗装についてその概要を示す。

(1) 舗装構成と舗装厚

舗装は図-1に示すとおり、舗装本体の上層として改質アスファルト35mm厚、タックコート、舗装本体の下層としてグースアスファルト40mm厚、接着層で構成し、構造物との接合部には目地を設けている。但し、大鳴戸橋関連区間及び尾道・今治ルートでは上層30mm、下層35mmの厚さである。

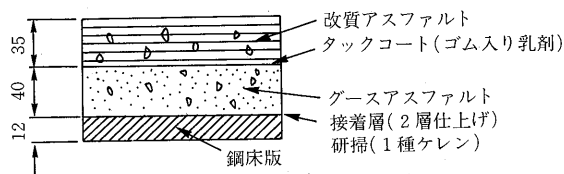


図-1 鋼床版部の舗装構成

(2) 使用材料

グースアスファルトのバインダーは、ストレートアスファルト(針入度20~40)と精製トリニグッド天然アスファルトを重量で3:1にブレンドしたものを使用した。また改質アスファルトのバインダーはI型と呼ばれるもので、ストレートアスファルト(針入度60~80)に熱可塑性ゴムを重量比で100:7にプレミックスされたバインダーを使用した。グースアスファルト及び改質アスファルトの実施配合例を表-3、4に示す。

表-3 グースアスファルトの実施配合(配合比%)

骨材の種類	6号碎石	7号碎石	砂	石粉	バインダー量
南工区①	30	21	24	25	8.2
南工区②	29.0	24.9	18.9	27.2	8.1

表-4 改質アスファルトの実施配合(配合比%)

骨材の種類	6号碎石	7号碎石	スクリーニングス	砂	石粉	バインダー量
南工区①	35	21	16	23	5	6.2
南工区②	34.8	23.4	18.8	18.1	4.9	5.9

(3) 施工

- 1) 研掃工 鋼床版の表面は、製作時にその防錆対策として、厚さ50μの無機ジंकリッチペイントが施されているが、長期間に渡る橋梁架設中の錆や汚れ、油しみ、現場溶接部など素地調整が不完全な部分がランダムに分布しているため、鋼床版表面をすべて研掃することとした。自動集塵装置付ブラスト機械により、研掃材G120を使用して研掃

速度1～1.5m/分で1種ケレンを行った。錆の除錆度はASTM-D610標準図の3%以下を目標とした。

- 2) 接着層 接着材は瀝青ゴム系の溶剤型のものを使用し、第1層および第2層とも0.2ℓ/㎡をローラ刷毛により塗布した。特に第1層の接着層は研掃工終了後4時間以内を目標に施工した。
- 3) グース舗装 グースアスファルトはアスファルトプラント排出後アスファルトクッカー車で220～260℃になるよう加熱攪拌混合を行って、温度、リュエル流動性を確認した上でグース専用フィニッシャーで敷きならした。当初心配していたブリスタリングは全く発生しなかった。
- 4) タックコート グース舗装と改質表層との間にタックコートとしてゴム入り乳剤を0.3ℓ/㎡施工した。施工は機械散布を主としたが、一部人力塗布した所もある。
- 5) 改質アスファルト舗装 アスファルトプラントから190～200℃で排出された改質混合物を、ダンプトラックにシートで覆いをして温度低下を防ぎながら橋面上へ運搬し、大型アスファルトフィニッシャーで全幅に敷きならしたのち、マカダムローラ、タイヤローラ、タンデムローラでできるだけ素早く転圧し、所定の密度に仕上げた。ジョイント部分および舗装止め部分には抜き目地板を設置し、レーキによる改質アスファルトの修正を行った後に転圧を実施した。

3. 鋼床版舗装の維持修繕要領(案)³⁾

本州四国連絡道路の鋼床版上の舗装については前章で記した通り、長年に渡って検討された上で作成された橋面舗装基準(案)に基づき設計され、厳密な施工管理のもとに実施されてきており、その耐久性は20年位を期待するものであるが、海峡部橋梁というこれまでに経験の少ない特殊な環境にあり、これまでの舗装とは異なった配慮もする必要性が考えられ、維持修繕要領(案)が作成された。

因島大橋、大鳴門橋関連の既に供用されていた本四道路の維持管理要領が、道路公団の要領を準用していることから、本要領についても、日本道路協会および道路関係公団の要領を参考にしつつ、鋼床版上の舗装の特殊性を加えて作成されたものであり、その内容を表-5に示す。以下に本要領の特長をいくつか紹介する。

3-1 第1章総則

(1) 維持修繕の目的とあり方

舗装は、交通荷重、気象条件等の外的要因を常に受け、また、舗装自体の老化などにより、放置しておけば供用性が低下し、鋼床版へも悪影響を与える。これを防ぐために適切な維持修繕を行うことが肝要であるので、以下の4項を維持修繕の目的として明記した。

- 1) 舗装の耐久性を確保し、舗装構造の機能を保つ。
- 2) 舗装の防水性を確保し、鋼床版の耐久性を保つ。
- 3) 路面の走行性を確保し、交通の安全と快適性を保つ。
- 4) 舗装の破損に起因する橋梁本体への悪影響や環境の悪化を防ぐ。

また、維持修繕の実施にあたっては、舗装路面に対する調査、施工は、通行車両を通しながらの作業が多いので

- 1) 路面の異常を早期に発見するように努める。
- 2) 緊急性を要する異常には応急処置を行う。
- 3) 路面性状を常に把握し、将来の予測をする。
- 4) 長期的な計画性をもった補修工事を行う。
- 5) 舗装路面の調査、施工資料の有効利用を図る。
- 6) 車両制限令の遵守、安全運転の啓蒙を図る。

これらを一体のものとして効果的に実施するよう、そのあり方に指針を与えている。

(2) 破損の定義

これまでの要領に定義されている、わだち掘れ、ひ

表-5 鋼床版舗装の維持修繕要領の内容

第1章 総則
1.1 適用の範囲
1.2 維持修繕の目的とあり方
1.2.1 目的
1.2.2 あり方
1.3 破損の定義
1.4 執行体制
1.4.1 舗装の維持修繕の流れ
1.4.2 執行体制
第2章 路面性状の把握
2.1 目的と方法
2.1.1 目的
2.1.2 方法
2.2 巡回・点検の要点
2.3 測定調査
2.3.1 わだち掘れ
2.3.2 ひび割れ
2.3.3 すべり抵抗
2.3.4 段差
2.3.5 縦断凹凸
2.3.6 すれ
2.3.7 ブリスタリング
第3章 維持修繕基準と路面性状の評価
3.1 維持修繕基準の設定
3.2 維持修繕基準

びわれ、すべり、段差、縦断凹凸、およびポットホール、はくり、はがれ等の局所的な路面性状の破損に加えて、

- 1) ずれ：舗装と鋼床版との接着力不良による舗装体の変状
- 2) プリスタリング：施工中または供用中に混合物に含まれる水分等が熱のために気化膨張し、舗装表面がふくれ上がる現象

の2項目を新たに追加し、鋼床版舗装の破損の定義を明確にした。

(3) 舗装の維持修繕全体の流れ

舗装の維持修繕にあたっては、体系的に路面の現況

を評価することで、より調和のとれた予算の運用あるいは長期の維持修繕計画の策定等を可能とし、合理的な維持修繕を行うことが肝要であり、計画的な調査、計画、設計、施工が行えるよう図-2に示すような標準的な作業の流れをとり決めている。即ち、日常点検、臨時点検、定期調査および現況調査の相互の関係を明らかにするとともに、維持修繕基準による修繕目標値との関連付けを行っている。また、本要領の目的とあり方の項でふれた主旨にのっとり、臨時調査さえも待ってられない様な突発的な変常に対する応急修理を万一の場合に備えて流れ図の中に組み込んだ。

維持修繕の将来計画のためには路面性状の経年変化

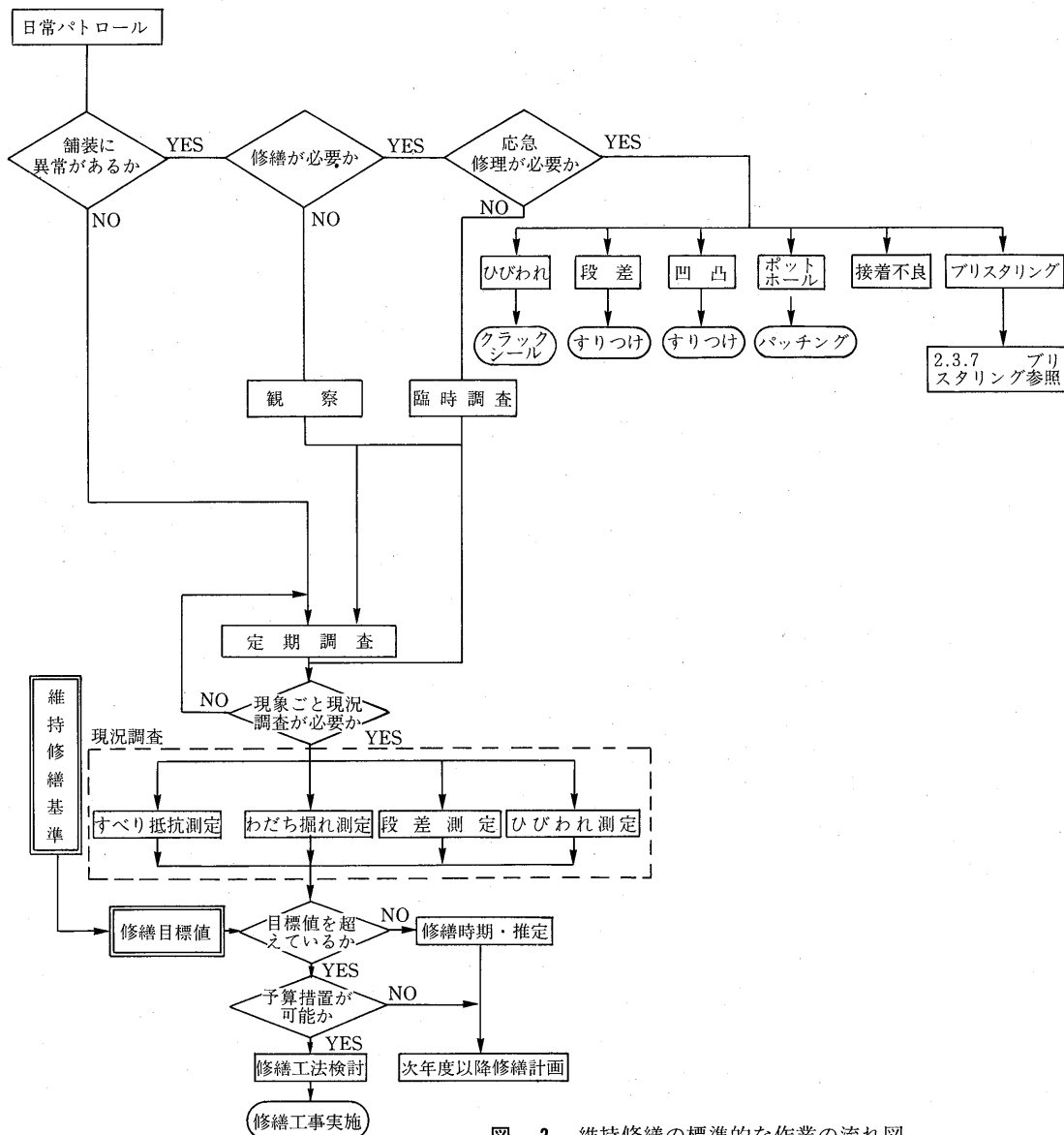


図-2 維持修繕の標準的な作業の流れ図

を示す客観的かつ、定期的データの集積が是非必要である。例えばある種の路面性状については、維持修繕基準に達する以前に修繕する方が長期的にみると経済的な場合もある。また、線形要素、事故等の道路条件あるいは社会的要求による要因も考慮して修繕することも必要となろう。このように補修時期と補修工法に関して、計画的、合理的かつ体系的に維持修繕を実施していくために、鋼床版表面を含んだ全般にわたって現況を定量的に把握し、客観的な評価をするよう規定し、合わせて、平素から道路の現況、道路の線形状況、舗装新設時および補修時の設計施工資料、交通量に関する資料等を収集・整理してデータバンク化するよう提案している。

3-2 第2章 路面性状の把握

(1) 巡回・点検の要点

路面の状況を的確に把握するために、巡回時における観察記録結果ができるだけ客観的なものとなる様に努める必要があるが、その手段は主に目視、感覚が主体となるが、ひび割れ、局所的な路面の変状ならびにプリスタリングなどの調査では、路肩を低速走行するか、停止して観察することも必要である。

また、破損について新たに定義した ずれ、プリスタリング等について以下のような巡回・点検の要点を示している。

- i) ずれ：目視により、接着不良によるわだち部のひびわれ、はがれ、しわ等による路面の異常に注意する。
- ii) プリスタリング：目視により、路面のふくれや、その後に発生する円状のひびわれ等路面の異常に注意する。
- iii) その他：舗装表面が赤錆等の流出により変色したり、部分的に湿っている場合には、舗装体や鋼床版に何らかの異常があることが多いので注意する。

(2) 測定調査

路面性状の変化を客観的かつ定期的データとするための各種破損種別に応じた測定方法を規定している。わだち掘れ、ひびわれ、すべり抵抗、段差、および縦断凹凸の現象については、それぞれ道路公団規格の測定方法に準ずることとしているが、ずれ、プリスタリングについては以下の方法を提案している。

- i) ずれ：わだち部に接着不良によるものと思われるひびわれ、はがれ、しわ等が発見された時は引張接着試験方法（道路橋鉄筋コンクリート床版防

水層設計施工資料 昭和60年1月 日本道路協会）により接着力の確認を行うこととする。

なお、鋼床版表面とグースアスファルトの間の接着層における接着力の規定を明記していないが、室内試験の結果では、試験温度20℃において17~18 kg/cm²の接着力が得られており、実施工においては10kg/cm²程度の接着力が得られるよう目標として非常に入念に施工している。また、これまでの実施工においてプリスタリング等の異常が生じた部分の接着力は2~3 kg/cm²以下であったとの報告もあるので、これら数値が1つの判断要素となろう。

- ii) プリスタリング：プリスタリングの発生が発見された場合には、全体的な大きさ、個数、進行状況等を把握するため次の調査を行う。なお、更に詳細な調査が必要な時には、開削調査や、グースアスファルトの回収アスファルトによる物性調査を行う。

- a) プリスタリングの高さならびに形状：図-3に示すように基準点をマークし、水系を用いて最大高さならびに形状を測定する。基準点は次回の調査まで消えないようにマーキングしておく必要がある。

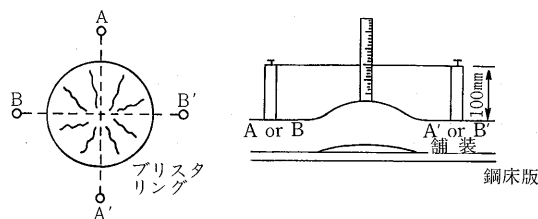


図-3 プリスタリング測定

- b) プリスタリングの直径および数：目視により確認できるものの数を数え、その直径を形状測定結果（A~A', B~B'）から判定する。
- c) プリスタリングのひびわれ調査：ひびわれは目視では発見できない場合が多いので、図-4に示すようにまず、プリスタリング箇所に散水し、次に掌で軽く4~5回たたくと、ひび割れ

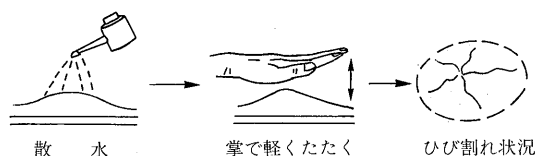


図-4 プリスタリングのひび割れ調査方法

があればその状態が浮かび上がってくるので、その状況をスケッチして判断資料とする。

- d) 開削調査：開削調査が必要な場合には、①鋼床版と舗装との接着力評価、②引張り試験後の採取コア裏面の目視観察、③引張試験箇所における接着層の目視観察等を実施するとともに、はくり等混合物の劣化等が懸念される場合にはグースアスファルトの回収アスファルト物性調査を行って、針入度、軟化点、伸度、60℃粘度などを必要に応じて調査する。

3-3 第3章 維持修繕基準と路面性状の評価

(1) 維持修繕基準の設定

舗装の維持修繕を体系的かつ合理的に行い、しかも長期的観点から修繕計画を策定するに必要とする統一の指標を示すことにより客観的かつ定量的な評価が行なわれるようにすることを目的として、要否判断値と維持修繕目標値とからなる維持修繕基準を表-6のように設定した。

表-6 維持修繕基準

維持修繕に関する要否判断と目標値を以下のとおり定める。

項 目	わだち掘れ (mm)	段 差 (mm)		すべり抵抗 (%)	ひびわれ (%)
		橋 梁 の 取 付 部	橋 梁 高 架 伸 縮 継 手 部		
要否判断値	15	—	—	30(60)	10
目 標 値	20	20	15	25(45)	20

※すべり抵抗値は時速80kmで測定した摩擦係数に100を乗じた値()はBPNの値

※プリストラング、目地部の破損、わだち部のずれ、ポットホールなどは目視で判断し、必要な処置を行うものとする。

ここに、要否判断値とは、維持修繕の必要性の判定もしくは修繕必要時期の予測を行い、修繕計画の策定に着手すべき路面性状値を指し、維持修繕目標値とは、この目標値に達するまでに維持修繕を完了させることが望ましい路面性状値のことをいう。

- i) わだち掘れ：一般のアスファルト舗装におけるわだち掘れの目標値は25mm以上であるが、長大橋における死荷重低減のため、本図舗装基準の舗装厚が65～75mmと特に薄層であることを勧奨して5mm目標値をさげることとした。
- ii) ひびわれ：一般のアスファルト舗装のひびわれに関する判定の基準は、ひびわれ幅5mm以上のものが、縦断または横断方向にあるひびわれが、要否判断値では20%、目標値では40%としているが、本基準値では60km/h前後の速度で発見できるもの(開き目が2～3mm)に対して、それぞれ10%、20%とかなり厳しい値に変更した。これは、ひび

われから入る雨水等は鋼床版の耐久性に大きく影響を与え、また交通条件や気象条件によっては急速に進行する場合もあるので海峡部の鋼床版舗装という特殊条件を考慮したためである。

- iii) すべり抵抗：すべり抵抗の測定は原則としてすべり試験車で行うこととするが、供用区間の短いことなどを勘案し英国式ポータブルテスターを用いて管理してもよいこととした。BPN(英国式ポータブルテスターによるすべり抵抗値, British Pendulum Number)とすべり試験車による測定値との相関ははっきりしていないが、経験値としてBPN55以上であれば問題はないと考えられているので、目標値を当分の間60とすることとした。従ってBPN55以下の箇所がある程度発見された場合には、すべり試験車を用いた測定を行って判定する必要もある。

4. あとがき

児島・坂出ルートの開通を期に、本格的な維持管理の段階に入った。南備讃瀬戸大橋を始めとする長大橋梁群には鋼床版舗装が採用され、本四橋の特殊性を考慮した鋼床版舗装の維持修繕要領が作成された。本要領は、そのような特殊性があるとはいえ、決して特別なものではなく、従来積み重ねられてきた一般のアスファルト舗装の維持修繕要領の延長にあるものである。しかし、維持修繕の目的とあり方を明確にするとともに、標準的な作業の流れを整理して、現場の第一線の担当者が、より平易にそして合理的かつ体系的に日常業務として実行可能なようにまとめられている。

また、単に現状の舗装の維持修繕にのみ適用されるばかりではなく、維持管理上の多くのデータが蓄積され、橋面舗装基準の改訂資料となるとともに、明石海峡大橋や来島大橋におけるより優れた橋面舗装の開発にも結びつくものであると信ずる。ここに本州四国連絡橋橋面舗装委員会の多田宏行委員長をはじめとする委員各位の長年の御苦勞に対し誌面をお借りして感謝の意を表する次第である。

— 参考文献 —

- 1) 例えば、橋梁と基礎、瀬戸大橋開通記念特集、建設図書、Vol.22, No.8, 1988
- 2) 本州四国連絡橋公団：橋面舗装基準(案)昭和58年4月
- 3) 本州四国連絡橋公団：鋼床版舗装の維持修繕要領(案)昭和63年3月

維持修繕に関する研究開発の動向

片 倉 弘 美*

1. はじめに

近年、舗装ストックの増大に加えて、大型車交通の増加による舗装の早期破損の顕在化、舗装に対する利用者のニーズの高度化等により、道路事業に占める舗装の維持管理のウェイトは著しく増大してきた。さらに近年の厳しい財政事情により、限られた予算の中で増大する舗装のストックをいかに効率よく維持管理していくかは、舗装関係者にとって極めて重要な問題となっている。

このため、建設省をはじめ各関係者の間で経済的かつ効率的な舗装の維持修繕方法についての様々な調査、研究が行われている。特に、ハードな面では気象条件、交通条件等に合った新材料、新工法の研究開発、ソフトな面では一定の限られた予算内で最も効率的な維持修繕を行うための、維持管理システムの調査研究が重要となっている。以下に、それらの動向について述べることにする。

2. 維持修繕工法の研究

今後益々増大すると予想される舗装の維持管理業務の軽減のため、耐久性のある舗装材料等の開発、経済的かつ効率的な維持修繕工法の検討が進められている。

2-1 新材料

2-1-1 耐流動、耐摩耗アスファルト舗装材料

近年、舗装の破損の中心となっている大型車の増加に伴う舗装の塑性流動や、雪寒地域において問題になっているスパイクタイヤ等による摩耗等に対して、耐久性のある材料の開発がいくつか試みられている。バインダーの面からの対策として改質アスファルト、アスファルト混合物の面からは人工骨材を使用した混合物等がある。

(1) 改質アスファルト

改質アスファルトは、アスファルト舗装の破損に対して、バインダーの改良を行うことにより抵抗性を高

める目的で開発されたものであり、以下に述べるゴムおよび熱可塑性樹脂入りアスファルトとセミブローンアスファルトがある。

① ギュムおよび熱可塑性樹脂入りアスファルト

アスファルトに高分子物質を混合して粘度を高め、流動抵抗性を増大させる方法があるが、これらの研究は比較的早くから行われている。混合物質には一般的にゴムや熱可塑性樹脂（または両者併用タイプ）が用いられ、前者をゴムおよび熱可塑性樹脂入りアスファルトのⅠ型、後者をⅡ型に分類している。このゴムおよび熱可塑性樹脂入りアスファルト（特にⅠ型）は、高いタフネス・テナシティを示すため、流動抵抗性を有するとともにひび割れや摩耗に対しても効果があるとされている。一方これらの材料の大部分は混合、施工に適した粘度を得るためには高い温度を必要とすることから、施工が難しいとの指摘もあり、今後の検討課題となっている。最近我国で研究開発されたものとしては、昭和58年に本州四国連絡橋の鋼床版用として開発されたもの、昭和60年に全国で試験舗装を実施した「筑波1号」がある。¹⁾

② セミブローンアスファルト

セミブローンアスファルトは、ストレートアスファルトに比較的低温で空気を吹き込み、アスファルトの組成を変化させることにより60℃粘度を高め、流動に対する抵抗性を高めたものである。昭和50年頃から研究が開始されており、開発当初はひび割れの発生に難点があったが、その後一部改良され、現在では比較的ひび割れ発生が少なく、流動抵抗性にも優れたAC-100が開発されている。²⁾

(2) 人工骨材を使用したアスファルト混合物

アスファルト混合物用の骨材として、砂利や碎石の代わりに人工骨材を使用する試みは比較的古くからあり、既に路盤材料としては高炉スラグ等が使われている。その後、製鋼スラグ等を人工骨材として用いる研

*かたくら ひろみ 建設省土木研究所舗装研究室研究員

究が昭和54年から始められ、現在では経済的で耐久性のある材料として評価されるに至った。製鋼スラグを用いたアスファルト混合物は、ホイールトラッキング試験による動的安定度（DS）が高く、ラベリング試験によるすりへり量も小さい等の特徴をもち、耐流動、耐摩耗対策を図る舗装への適用が期待されている。³⁾

(表-1)

表-1 骨材の組合せによる動的安定度（DS）および摩耗量

アスファルト量		OAC-0.3 %	OAC	OAC+0.3 %
組合せ	項目			
S+S	動的安定度 (回/mm)	2,946	2,362	1,366
	摩耗量 (cm ²) ¹⁾	1.91	1.73	1.67
S+T	動的安定度 (回/mm)	3,222	2,110	1,371
	摩耗量 (cm ²) ¹⁾	2.15	1.93	1.64
T+S	動的安定度 (回/mm)	2,084	957	497
	摩耗量 (cm ²) ¹⁾	2.84	2.49	2.18
T+T	動的安定度 (回/mm)	1,488	943	415
	摩耗量 (cm ²) ¹⁾	3.44	3.13	2.99

注1) 回転型ラベリング試験機による測定値

S：製鋼スラグ

T：石灰岩碎石

粗骨材+スクリーニングス

(3) その他のアスファルト混合物

上記以外の耐流動、耐摩耗用アスファルト混合物として繊維補強の混合物がある。混入繊維としては主にメチルセルローズ（MC）が使用される。さらに耐摩耗性を高めるため、西ドイツで実績のある碎石マスクを使用すると効果が高いとされている。⁴⁾

2-1-2 応急補修材料

舗装は僅かな破損でも放置しておくで破損が広がり、やがては構造的な破損へとつながっていくため、日常の維持管理で舗装の損傷を発見したら直ちに応急的な補修を行うことが重要である。これらの補修には加熱混合式、常温混合式、浸透式の3種類の方法があるが、従来加熱混合物を用いた工法が多く用いられてきた。しかし近年比較的補修が簡単で、材料のストックが可能な補修材料として常温混合物の研究が進み、様々な材料が市販されるようになってきた。

常温混合物には一般的に施工性に優れているカットバック系のものが多く用いられるが、これまでのカットバック系の常温混合物は水に弱く、早期に破損することが多かった。このため耐水性のある全天候型の常温混合物の研究開発が進められている。この全天候型の常温混合物には特殊カットバックアスファルトを用いるもの、添加剤を混合するもの、施工後硬化性樹脂等の路面強化剤を含浸させるもの等がある。これらの

中には安定度で、一般の加熱混合物と同程度の値が得られるものもできている。

また、従来の常温混合物では保存可能期間はせいぜい数ヶ月であるが、災害時の緊急復旧等に用いるための長期間保存が可能な常温混合物の研究が、建設省関東技術事務所と（社）日本アスファルト乳剤協会の共同で昭和62年から行われている。この共同開発研究では保存期間を3～5年に設定し、バインダーには樹脂系のものを採用しており、プレミックスタイプ、現場混合タイプ、硬化剤を組み合わせる場合はその併用タイプを想定している。また平常時は、歩道舗装材料、パッチング材料等に利用することが考えられている。昭和62年11月には1号試作品の試験施工が行われ、一応の評価が得られている。⁵⁾ (表-2)

表-2 合材の保存性、耐久性試験結果

項目	促進耐候性試験機 照射時間	マーシャル安定度試験特性値		
		密度 (kg/cm ³)	安定度 (kgf)	フロー値 (1/10mm)
保存性確認	0	1.822	1510	15
	200 (1年)	1.841	1517	11
	600 (3年)	1.840	1518	11
	1000 (5年)	1.823	1444	13
供用性確認	200 (1年)	1.824	1283	12
	600 (3年)	1.816	1040	13
	1000 (5年)	1.829	1001	13

2-1-3 その他

その他の特殊な舗装材料として、凍結防止剤入りアスファルト混合物がある。これは混合物内に混入させた塩化物が供用後にしみだし、路面の凍結を防止あるいは遅延させ、凍結防止用薬剤散布の手間を軽減するためのものである。また、同様に骨材の一部を塩化物のものに置き換えた舗装もある。凍結防止剤入りアスファルト（前者）としてはベルグリミットが有名である。

2-2 新工法

2-2-1 わだち掘れ対策工法

舗装の損傷の主役ともいえるわだち掘れの対策として以下のような工法の検討が行われている。

(1) 半たわみ性舗装

半たわみ性舗装（新アスファルト舗装要綱により半

剛性舗装から名称が変更された)は、開粒度アスファルト混合物を用いてその空隙にセメントと特殊添加剤を主成分とするセメントミルクを注入、充填し施工する舗装である。その性状は、アスファルト舗装とコンクリート舗装の特性を兼ね合わせたものであり、耐流動性等に優れバス停、有料道路の料金所付近等に多く用いられている。半たわみ性舗装ではセメントミルクを使用するため養生が必要であり、養生時間としては通常24時間以上とされているが、超速硬タイプのセメントを用いて養生時間を数時間程度と短くする試みも行われている。⁹⁾また特殊な工法としてアスファルトで被覆した骨材をセメント、水、添加剤といっしょにアスファルトプラントにおいて常温で混合し、アスファルト舗装の施工と同様に敷き均し、転圧して施工する方法も試験的に行われている。⁷⁾

(2) プレキャスト舗装

コンクリート舗装は耐久性等に優れておりわだち掘れ対策を図る箇所には有効であるが、修繕が必要となった場合、コンクリートによる修繕は長期間の養生を必要とするという欠点がある。この欠点を補う工法として、トンネル内のコンクリート舗装の修繕や流動によるわだち掘れの著しい箇所(交差点等)に対して、プレキャストPC版により補修する工法が昭和58年頃から採用されている。プレキャストPC版は、現場の状況に合わせて幅2~3m、長さ5~10mに細分して工場で製作され、現場で版相互を段差ができないように連結して施工するものである。プレキャスト舗装は、養生期間がほとんど要らなく、慣れれば施工も比較的容易で、さらに修繕も簡単(版を取り替えるだけ)であるので、適用箇所によっては非常に有望な舗装であると考えられる。また最近では、施工性、経済性に優れたプレキャストRC版の施工も取り入れられるようになってきた。⁸⁾

(3) わだち掘れ補修工法

積雪寒冷地域におけるわだち掘れ補修工法として、従来の薄層舗装(オーバーレイ)に替えてわだち掘れ部のみを充填するルール引き工法がある(図-1)。この工法は従来の方法に比べて約半分の工費で済み、ス

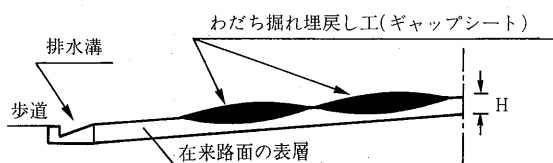


図-1 レール引き工法

パイクタイヤ等によって毎年のように補修が繰り返される摩耗路面の補修には、維持費の軽減、工期の短縮等の面からメリットがある。現在この工法に用いるアスファルト混合物として、薄層用ギャップアスコンの研究が進められている。⁹⁾

2-2-2 リフレクションクラック防止工法

コンクリート舗装の補修等でアスファルトによるオーバーレイをした場合、リフレクションクラックの発生が問題となる。これらの対策としてジオテキスタイルを用いる工法、中間層の設置による対策工法、カット目地の施工によるクラック防止工法等が検討されている。

(1) ジオテキスタイルによる補修

既設舗装面にジオテキスタイルを敷設しオーバーレイを行うことにより、リフレクションクラック発生を抑制するのに効果があることが、室内試験の結果で確認されている。実際の施工では国道57号、国道175号等で試験施工の実績があるが、現時点ではジオテキスタイルの敷設によりクラックの発生を遅延する効果は認められるが、長期的な効果については疑問があり、今後の検討課題となっている。¹⁰⁾¹¹⁾

(2) 中間層の設置による方法

既設舗装面上にマスチックシール等による中間層を設けてから表層等を施工する工法がある。マスチックシールは無空隙で水密性や疲労抵抗性に富むため、クラック防止効果が認められている。国道57号における試験施工によると、マスチックシールの施工箇所は他の箇所比べてひび割れの発生が少ないという結果がでている。一方このマスチックシールは軟らかいため、中間層が厚過ぎるとわだち掘れが発生しやすいという問題がある。¹¹⁾

(3) カット目地の施工

カット目地の施工によりクラックを誘導して、不規則なクラックの発生を防ぐ方法があり、国道2号加古川バイパス等で施工され、高い評価を得ている。¹²⁾カット目地の施工は、リフレクションクラックを一本の直線的なクラックにとどめて、それ以上発展することを防止する工法であるが、リフレクションクラックの発生はある程度避けられないことから、不規則な数本のクラックの発生から帯状の破損へと進むことが問題であると考えられるなら、非常に効果的な工法であるといえる。

2-2-3 コンクリート舗装の維持修繕工法

コンクリート舗装は耐久性等ではアスファルト舗装

より優れているが、いざ修繕が必要となった場合、打換え等のコンクリートによる修繕は養生も含めて長期間を要することから、アスファルト混合物で補修する場合が多い。これに対して、コンクリートによる修繕技術としてコンクリートによる薄層オーバーレイ、転圧コンクリート舗装等の研究開発が進みつつある。

(1) コンクリート薄層オーバーレイ

コンクリートによる薄層オーバーレイは、既設舗装版上に（版の切削して平坦にする場合が多い）5～10cm程度の薄いコンクリートを舗装するもので、既設版とオーバーレイ層が一体となって舗装としての機能を持たせるものである。このため既設版との付着が重要であり、付着の方法としては現状では、ショットブラスト処理やエポキシ樹脂の塗布等が有効であるとされている。さらに付着強度（せん断抵抗）を高めるため、既設コンクリート版に溝を切る方法、アンカー補強による方法等が検討されている。オーバーレイ用のコンクリートとしては早期交通開放の面から早強タイプが多く用いられ、また鋼繊維補強のコンクリートが曲げ強度が高く、ひび割れの拘束効果もあるということで注目されている。今後、この工法では付着方法の検討に加えて、付着強度の試験方法の確立及び付着強度の評価のための研究が必要であると考えられる。¹²⁾

(2) 転圧コンクリート舗装

転圧コンクリート舗装（RCCP）は、硬練りのコンクリートをアスファルトフィニッシャー等で敷き均し、ローラにより転圧して仕上げるコンクリート舗装であり、欧米では数百万㎡の施工実績がある。RCCPは、アスファルト舗装並の簡易な機械編成で施工できるため施工速度が早く、さらに転圧施工のため早期交通開放が期待できることから、現道の打換え工事等の舗装の修繕に十分適用できる可能性を持った工法であると言える（表-3）。現在、建設省をはじめ、関係者の間

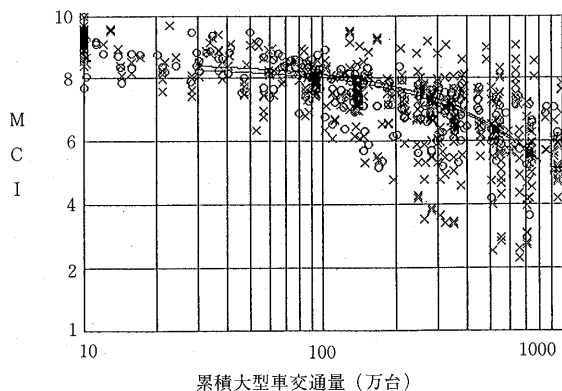
で様々な試験施工が行われ、配合設計方法、目地の設置、舗装端部の施工方法、表面性状の改善方法等の検討、早期交通開放に関する実験等が進められている。

2-2-4 リサイクリング舗装

舗装の維持修繕工事の増大に伴い舗装廃材の発生量は急増しており、さらに舗装廃材が産業廃棄物に指定されたこともあり、大都市部を中心としてその処分地の確保が問題となっている。このため、資源の有効利用ということも含めて、昭和50年代から舗装廃材の再生利用方法についての研究開発が進められてきている。

(1) 再生プラント方式

再生プラント方式は、打換え工事等で発生する舗装廃材を再生プラントで調整し（必要に応じて新規材料、添加剤等を混合する）、舗装材料として再利用する方法で、加熱アスファルト混合物として再生するものと、路盤材料として再生するものがある。生産実績は再生加熱アスファルト混合物で年間320万㎡程度、再生路盤材で年間350万㎡程度で年々増大している。建設省で昭和57、58年に全国26箇所で行った再生加熱プラント方式による試験施工によると、新材と比べてその供用性（MCI）では同程度の評価が得られているが（図-2）、廃材混入率の高い箇所ではやや数値がばらつく傾向があり、今後詳細な検討が必要であると考えられる。



○ 新材区 $Y = -0.0039X + 8.500 \quad \gamma = -0.714$
 × 再生材区 $Y = -0.0038X + 8.365 \quad \gamma = -0.671$

図-2 累積大型車交通量とMCIの関係

(2) 路上再生路盤工法

路上再生路盤工法は、アスファルト混合物層を破碎し、路盤とともに路上で混合し、各種添加材を加えて安定処理し、新しい路盤として再生するものである。本工法は既設アスファルト混合物の薄い舗装を対象にしており、市町村道等の簡易舗装道路やL、A交通区

表-3 RCCPの標準的な設計施工の概要

構 造	版厚設計 目 地 鉄鋼等の設置	従来のコンクリート舗装に準じる 横収縮目地を10～20m間隔に設置 原則として設置しない
配 合	粗骨材の最大寸法 単位水量 単位セメント量 細骨材率	20mm 100kg/㎡前後 250～300 kg/㎡(W/C=35～40%程度) 35～45%
施 工	敷き均し 転圧 初転圧 二次転圧 仕上げ転圧	アスファルトフィニッシャー（高締固め型）使用 振動ローラ（7～10t） タイヤローラ（10～20t） 軽量タンデムローラ等を使用

分の道路での実績が多く、現在年間400万㎡程度施工されている。使用される安定処理材料としては、主としてセメントが用いられるが、施工後の乾燥収縮によるひび割れを抑制する目的で、セメントとアスファルト乳剤を併用する方式も採用されている。日本道路協会が行った実態調査によると、路上再生路盤工法の供用性は早期のひび割れが少なく全体的に良好であるという結果になっており、適切な設計、施工が行われれば、通常の打換え工法と同等の評価を与えてよいと考えられる。¹⁴⁾

(3) 路上表層再生工法

路上表層再生工法は、破損した既設アスファルト舗装の表層をその場で加熱、かきほぐし再生する工法である。この工法はリサイクル舗装のなかでは最も新しく、本格的な施工は昭和56年頃から行われており、現在では年間200万㎡程度の実績を持っている。この工法には表-4に示す3つの方式があり、現状ではリペーパー方式の施工実績が多いが、試験施工等を通じてリミックス方式の有効性が確認されるにつれ、リミックス方式の施工が増えつつある。なおリフォーム方式は現在ではほとんど用いられなくなっている。またこの工法では新しい施工機械が必要で、当初は輸入品による施工が行われていたが、我国の施工事情に合った施工機械の研究開発が進んでいる。現在、この工法の基層以下への適用の検討、再生表層の長期供用性の評価、再生用添加材の研究等が今後の課題となっている。

表-4 路上表層再生工法の種類

種 類	施 工 内 容	工 程	特 長
リフォーム	新材、添加剤を用いず既設舗装をかき起こし再舗装する	加熱→かきほぐし・攪拌→敷き均し→締固め	新材を使用せず舗装の形状改善が可能
リペーパー	かき起こした既設舗装材料に必要に応じて添加剤を混ぜ敷き均し、その上に新材をのせ舗装する	加熱→かきほぐし→(添加剤の混合)・攪拌→敷き均し→新材敷き均し→締固め	既設舗装の形状改善と同時に軽微な品質改善が可能
リミックス	かき起こした既設舗装材料に新材や添加剤を混ぜ再舗装する	加熱→かきほぐし→新材、添加剤の混合→敷き均し→締固め	既設舗装の形状改善と同時にかなりの品質改善が可能

3. 維持修繕のシステム化

3-1 舗装の調査及び評価

適切な維持修繕を実施するためには、定期的な路面の調査を行い路面の状態、舗装の破損状態及びその原因等を把握し、正確な舗装の評価を行うことが必要である。

3-1-1 路面の調査及び評価

(1) 路面の調査

① 路面性状の自動測定

舗装路面の調査項目としては調査の目的によって異なるが、一般的にひび割れ、わだち掘れ、縦断凹凸、すべり等が対象になる。従来これらの調査(すべりの調査を除く)では、ひび割れは目視スケッチによる方法、わだち掘れは直線定規による計測、縦断凹凸は3mプロファイルメーターによる測定等の人力による方法で行われてきたが、近年各指標の測定に自動測定装置が開発され、測定の省力化、高速化が図られるようになった。また現在ではそれら全てを一台の車に装備した路面性状自動測定車が開発され、通常の走行速度で測定ができ、交通への障害も最小限に抑えることが可能になった。自動測定装置の概要は表-5のとおりである。

表-5 路面性状自動測定装置の概要

ひびわれ	スチールカメラ等を用いて路面を連続的に撮影する方式が一般的であるが、レーザーを路面に照射し、その陰影を高密度ビデオに収録する装置も開発されている。
わだち掘れ	光切断法の原理を応用したものが多く、従来の多数の光帯を投光してこれをテレビカメラ等で撮影する方式に加え、レーザー照射方式も開発され、データの記録媒体も個体素子カメラからビデオ収録または磁気テープ記録などの方法により省力化、処理の高速化が図られている。
縦断凹凸	従来の測定用の別の車輪を路面に接触させて走行し、路面との距離を計測する方法に加えて、車両の3点にセットされたレーザー変位計を用いた計測手法が開発されている。

② すべりの測定

すべりは交通事故等に直接つながる重要な要因であり、本来路面の維持管理にあたっては十分に注意を払うべき項目である。しかし、これまですべりについては簡単にしかもある程度の精度で測定できる適切な方法がなかったこともあり、十分な検討がなされてこなかった。現在路面のすべり抵抗を正確に測定する方法としては、すべり抵抗測定車による実車測定法が一般的である。これは測定車の走行中に、独立した試験輪を制動させた

ときの試験輪に作用する制動力、けん引力を検出することによってすべり抵抗を求めるもので、走行速度、輪荷重、車輪等の条件を変えてすべり抵抗を測定することができる。この測定方法では装備がおおがかりなため高速走行をする道路等での測定にはよいが、一般の道路ではあまり用いられない。一方簡易な測定方法

としては一般的にポータブルテストが用いられ、振り子式の測定器として英国製のものが最もよく知られているが、この測定器では路面状態の違いによるすべり易さの相対的評価はできるが、速度によって大きく変化するすべり抵抗の評価はできない。このため、簡易に動的な摩擦抵抗を測定するDFテスター（ダイナミック・フリクション・テスター）が開発された。これはタイヤゴムを取り付けた円盤を高速度で回転させておき、その円盤にある一定の荷重を加えた状態で落下させ、そのときのタイヤゴムに加わる摩擦抵抗を測定することによってすべり抵抗を求めるものである。DFテスターでは任意の速度によるすべり抵抗を測定できるという特長があり、簡易なすべり抵抗測定器としての適用が期待される。（図-3）

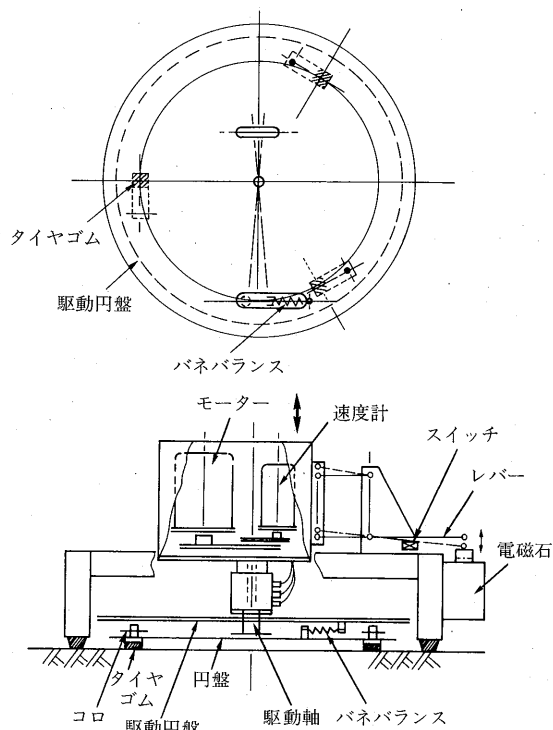


図-3 DFテスターの構造

(2) 路面の評価

路面の調査によって得られたデータをもとに舗装の評価が行われるが、各指標から総合的に路面性状の評価を行うことは適切な舗装の維持修繕にとって極めて重要である。海外では路面の供用性を総合的に評価する指標として米国のPSI（供用性指数）が有名であり、米国ではこの指標を基に維持修繕工法等を決定している（PSIは日本でもそれを一部修正して使用している）。我国における舗装路面の供用性に関する総合

的評価方法については、昭和54年度に建設省技術研究会の指定課題として取り上げられた「舗装の維持修繕の計画に関する調査研究」の中で検討が進められた。その結果、4種類の供用性の評価式を作成し、この評価式から得られる評価値をMCI（維持管理指数）と称し、舗装路面の維持管理にあたっての基本指標とすることとした。以下に評価式を示しておく。

$$\begin{aligned} \text{MCI} &= 10 - 1.48C^{0.3} - 0.29D^{0.7} - 0.47\sigma^{0.2} \dots\dots\dots(1) \\ \text{MCI}_0 &= 10 - 1.51C^{0.3} - 0.30D^{0.7} \dots\dots\dots(2) \\ \text{MCI}_1 &= 10 - 2.23C^{0.3} \dots\dots\dots(3) \\ \text{MCI}_2 &= 10 - 0.54D^{0.7} \dots\dots\dots(4) \end{aligned}$$

ここに C : ひび割れ率 (%)
D : わだち掘れ量の平均値 (mm)
 σ : 縦断凹凸量 (mm)
MCI, MCI₀ : 維持管理指数

MCIの評価式

以上は道路管理者からみた舗装の評価指標であるが、走行の快適性、安全性等、道路利用者側からみた舗装路面の供用性状を評価する指標としてRCI（乗り心地係数）が提案されている。RCIは縦断凹凸から求められる指標で、次式で表わされる。

$$\text{RCI} = 10 - 1.70\sigma$$

3-1-2 舗装（構造）の評価

舗装の健全度（構造的破損度）を評価することは、維持修繕時期、工法等の決定にあたって極めて重要になる。舗装の健全度を評価する指標としては、一般的に路面のたわみが用いられる。このたわみの値により直接的に舗装の評価をするか、弾性理論の適用により舗装の構造評価を行うことができる。最近では電子計算機の発展により、複雑な弾性理論も適用できるようになり、多層弾性理論を用いた解析プログラムがいくつか開発されている。

たわみの測定は一般的にベンケルマンビームによることが多いが、実際の車両の荷重条件と異なること、剛性の高い舗装では荷重による沈下の影響がビーム支持脚まで及ぶことから測定精度等に問題があり、これに代わる動的なたわみ測定装置の研究開発が、欧米を中心におこなわれてきた。そのひとつとして1960年代に米国で開発されたダイナフレクトが有名であり、1970年代に日本に導入され、空港舗装などでは既に実用化されている。さらに1970年代後半にオランダでFWD（フォーリング・ウェイト・デフレクトメータ）が開発され、その後日本にも導入され、道路舗装への適用性に関する調査研究が進められている。表-6にこれらの動的なたわみ測定装置の概要を示しておく。

表－6 動的たわみ測定装置の概要

荷重条件	測定装置名	測定方法
低速移動荷重	デフレクトグラフ(ラクロア)トラベリングデフレクトメータ	測定装置の先端を後輪の間に取り付け、低速移動時の荷重直下のたわみを測定する。
振動荷重	ロードレタダイナフレクトサンパ-	荷重の上下運動や円運動により、載荷輪を通して舗装を振動させ、センサーで振動速度を検出し、たわみ量に変換する。
衝撃荷重	フォリングウェイトデフレクトメータ (FWD)	重りを路面に落下させ、その衝撃によるたわみ量を測定する。

3-2 舗装の維持管理システム

舗装の維持管理業務の増大に対して維持管理費用の財源には限度があり、壊れたら直すというような後追いの維持修繕方法では、適切な維持修繕の実施は不可能となってきた。このため、舗装のライフサイクルコストや利用者費用等を踏まえた、計画的な維持修繕を実現するための舗装の維持管理システム(PMS)が必要となってきた。¹⁵⁾

3-2-1 舗装データバンクシステム

舗装の計画的な維持修繕を実施していくためには、現状の舗装に関する的確な情報を、一定の精度で蓄積しておくことが必要である。電子計算機を利用し、舗装の基本的データを使いやすい形式でストックしておくシステムが舗装のデータバンクシステムであり、舗装の維持管理のシステム化を推し進めていくための基本となるものである。建設省が直轄国道で実施している舗装データバンクシステムでは、管理する路線を基本的に100m毎の区間に分け、区間毎の路面性状データ、道路管理データ、舗装設計データ、補修履歴データ等をストックしておき、舗装の現況評価、修繕計画の作

成等に用いることとしている。システムの全体構成を示したものが図-4である。

3-2-2 舗装の維持修繕計画システム

舗装の維持修繕計画システムは、道路舗装をネットワークレベルで捉えて、維持修繕費用と投資効果の評価等を行なって長期的な維持修繕計画を作成するマクロなアプローチと、舗装をプロジェクトレベルで捉えて、個別の

舗装区間毎に維持修繕の優先順位の決定、工法の選定等を行うミクロなアプローチがある。以下に現在建設省で検討している維持修繕計画システムの概要を紹介する。システムの基本フローは図-5のとおりである。

(1) 長期修繕計画システム

舗装の長期修繕計画システムは、舗装の維持修繕についてネットワークレベルでの需要予測、投資効果の算定、修繕の箇所、工法、修繕の時期等の決定までを行うものである。まず舗装データバンクのデータから各年度毎の供用性の予測値を計算して、ある管理水準のもとで解析することにより修繕候補区間を抽出し、各区間で工法の選定、修繕の実施時期を組み合わせる経済評価を行う。この経済評価では維持修繕費用の他、車両走行費用、時間損失費用等を考慮して、計画期間内トータルの維持修繕費用を最小にするという考えである。

(2) 優先順位決定、工法選定システム

優先順位決定、工法選定システムは、従来道路管理担当者の経験や技術的判断にもとづいて行っている維持修繕箇所及び方法等の判断を、舗装データバンクからの情報を基本に客観的に行うシステムである。

① 優先順位決定システム

優先順位決定システムは、まず上位計画等により修繕が決定している区間を除き、残りの区間についてMCI、RCI等の指標の水準から点数化したPINDEX値を計算し、それを道路区分、沿道条件等により補正し、その点数の大きい順に優先順位1から3までの分類を決定するものである。なお優先順位1は早急に修繕すべきもの、2は修繕することが望ましいもの、3は当面修繕する必要がないものとしている。

② 工法選定システム

工法選定システムは、維持修繕が必要と

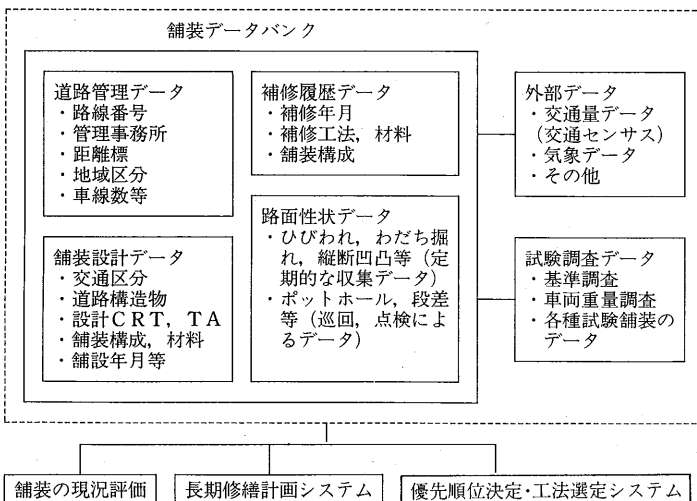
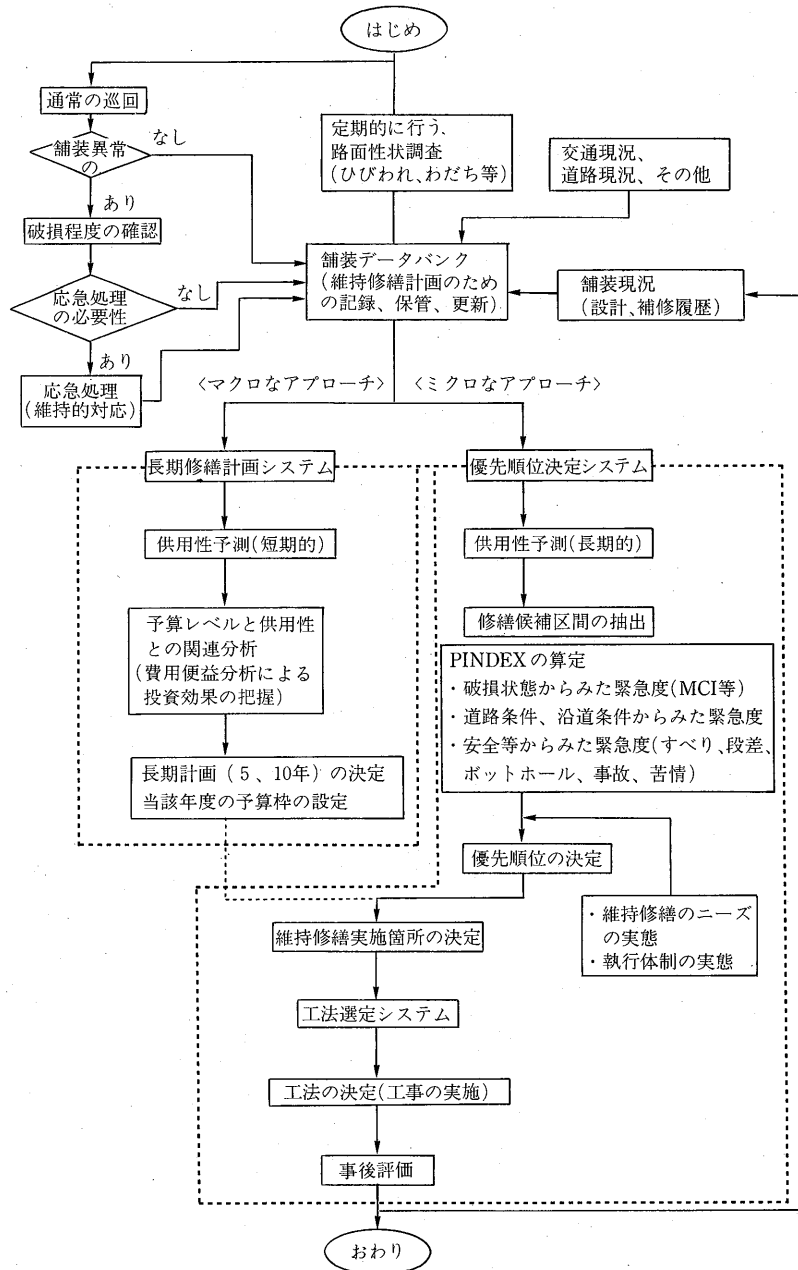


図-4 舗装データバンクシステムの全体構成



図－5 維持修繕計画システムの基本フロー(建設省)

認められた箇所について、既設舗装の構造、破損状態及び外的条件の評価等を基に総合的に行われる。まず既設舗装の路面性状、舗装構成、供用履歴及び交通条件等から舗装の構造の評価を行い、維持的対応か修繕的対応かを選別する。そしてそれぞれについて路面性状の指標及び沿道条件等から適用可能な工法を抽出し、さらに経済性、施工性の検討を行って最適な工法を選定するというものである。

4. おわりに

増大する舗装の維持管理業務に的確に対応していくためには、道路巡回等による日常の維持修繕に加えて、路面調査等のデータに基づく計画的な維持修繕が必要となると考えられる。このような計画的な維持修繕を行っていくには、舗装のライフサイクルコストを最小にするという長期的視点からの維持管理システムの構築が不可欠であり、このシステムの完成によっ

て初めて最も効率的な維持管理が可能になると考えられる。

— 参考文献 —

- 1) アスファルト舗装研究グループ：アスファルト舗装技術の変遷，アスファルト誌，30巻155号，1988，P23
- 2) 多田宏行，伊藤正秀：セミブローンアスファルト（AC-100）第3次試験舗装の供用性追跡調査結果，アスファルト誌，30巻157号，1988，10
- 3) 製鋼スラグを用いたアスファルト舗装設計施工指針，製鋼スラグ協会，1982，7
- 4) 四辻勝他：繊維補強アスファルト混合物の特性（第17回日本道路会議一般論文集），1987，P508
- 5) 昭和62年度長期保存用常温合材共同開発報告書，建設省関東技術事務所・（社）日本アスファルト乳剤協会，1988，3
- 6) 阿部進他：超速硬セメントミルクを用いた半剛性舗装，舗装，21巻157号，1986，6
- 7) 坂田耕一他：転圧タイプの半剛性舗装の基本的性状と供用性（第17回日本道路会議一般論文集），1987，P446
- 8) 竹重寿夫，山崎吉晴：プレキャストRC版によるトンネル内の舗装修繕（第17回日本道路会議一般論文集），1987，P382
- 9) 竹田隼雄：レール引き工法による維持補修について，アスファルト誌，28巻146号，1986，P21
- 10) 伊藤憲治他：ジオテキスタイルを用いたオーバーレイ試験舗装，舗装，21巻157号，1986，6
- 11) 菊池孝次郎他：リフレクションクラック防止対策工法（第17回日本道路会議一般論文集），1987，P382
- 12) 遠山幸男他：カット目地によるコンクリート舗装オーバーレイのリフレクションクラック防止工法（第17回日本道路会議一般論文集），1987，P382
- 13) 最近のコンクリートオーバーレイ技術（道路技術専門委員会報告），（社）セメント協会，1988
- 14) 安崎裕他：路上再生路盤工法の現状と評価（土木研究所資料2453号），1987，2
- 15) 舗装のリハビリテーション（第4回道路技術シンポジウム），（社）日本道路建設業協会，1986，P31

砂利道の歴青路面処理指針（59年版）増刷

第3刷 B5版・64ページ・実費頒価500円（送料実費）

目 次		
1. 総 説	3. 路 盤	5. 維持修繕
1-1 はじめに	3-1 概 説	5-1 概 説
1-2 歴青路面処理の対象となる道路の条件	3-2 在来砂利層の利用	5-2 維持修繕の手順
2. 構造設計	3-3 補強路盤の工法	5-3 巡 回
2-1 概 説	4. 表 層	5-4 維持修繕工法
2-2 調 査	4-1 概 説	付録1. 総合評価別標準設計例一覧
2-3 設計の方法	4-2 浸透式工法	付録2. 材料の規格
2-4 設計例	4-3 常温混合式工法	付録3. 施工法の一例（D-2工法）
2-5 排 水	4-4 加熱混合式工法	付録4. 材料の品質，出来形の確認

阪神高速道路環状線通行止め補修工事

河野 富夫*・長谷川 能史**・東 定生***

1. はじめに

昭和63年1月、大阪都心部の大動脈である阪神高速道路環状線を南行、北行の2回に分け、延べ11日間それぞれを全面閉鎖のうえ、通行止めによる大規模補修工事（以下「通行止め補修工事」という。）を実施した。

当初の予想では、その影響により都心の交通に大混乱を招くのではないかと心配されたが、予想に反して最悪の状態は回避される結果となった。

本文は、この環状線通行止め補修工事の実施に至る背景、並びに経緯と各種調査の結果について延べるものである。

2. 背景

阪神高速道路は、昭和39年6月、環状線の一部である土佐堀～湊町間（2.3km）を供用、以来、順次供用を重ね、現在、図-1のとおり、138.5kmの供用延長となっている。その利用交通量も1日75万台となり、阪神

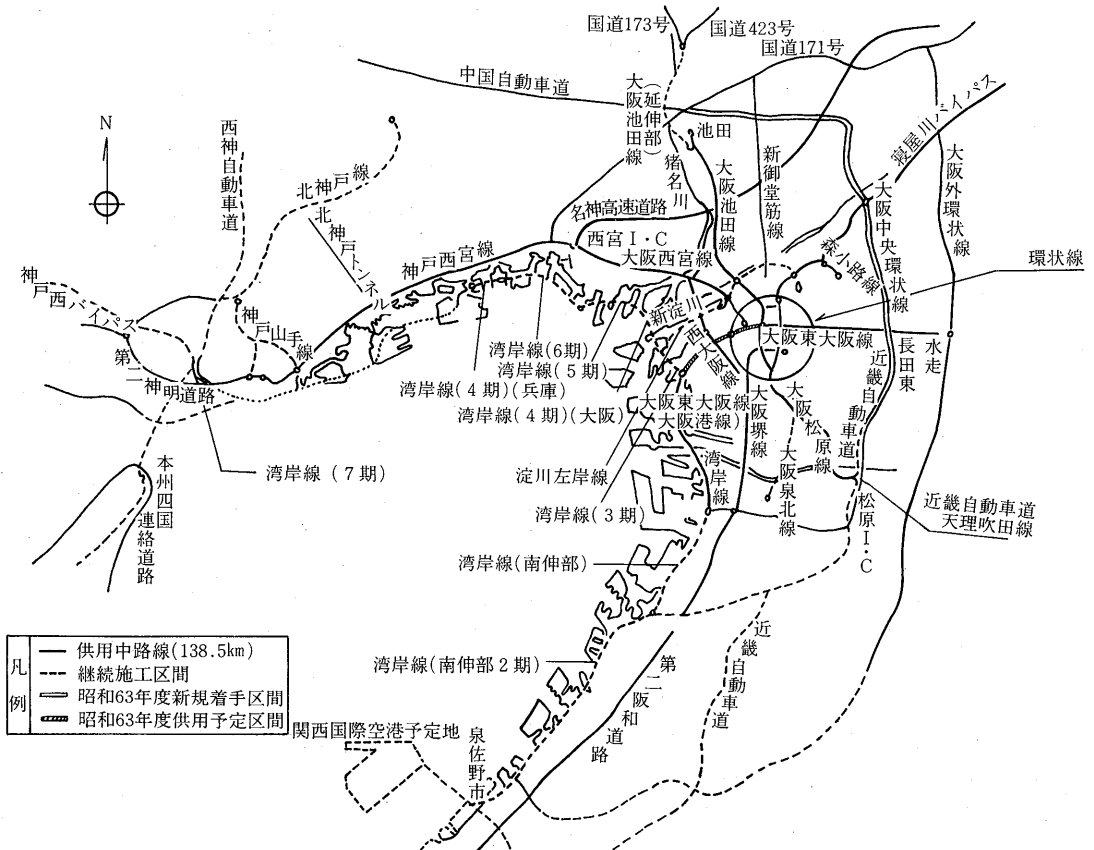


図-1 阪神高速道路網図

*この とみお 阪神高速道路公団大阪管理部次長

**はせがわ よしふみ 阪神高速道路公団大阪管理部

***あずま さだお 阪神高速道路公団計画部計画二課

保全第一課長

間の重要な幹線となって、生活、文化、経済に大きく寄与している。

その中で、昭和42年3月の供用で環状線は全線が継がり、文字どおり大阪都心部の交通の根幹となった。今日では、1日40万台の交通量があり、阪神高速道路の総交通量の60%を担っている。道路形態としては、各放射線がすべて環状線に継がっているとともに、都心の入出路が配置されている。

一方、道路構造物は、その経年による老朽化も著しく、15年以上経年したものが全供用延長の58%以上となっている。加えて、交通量の増加、車両の大型化等により、その損傷も激しく、道路管理者として通行車両の安全確保と円滑な交通の確保のため、日常の良好な管理が増々重要となってきている。

3. 通行止め補修工事に至る経緯と検討

3-1 維持修繕工事の現状

阪神高速道路の渋滞のうち、7割が自然渋滞であって、それは恒常化している。このため、維持修繕工事は、規制による渋滞を招くところから、平日昼間の工事を実施していない。また、騒音をともなう工事についても、地元対策上、夜間工事は不可能となっている。したがって、日、祝日の昼間及び、平日の夜間に部分的な規制による維持修繕工事を行っているが、補修量の制約、品質、施工管理の低下の問題と、日、祝日の工事規制に対する渋滞苦情が増えており、その対応に苦慮しているところである。このため、維持修繕工事の実施状況としては、日、祝日及び、夜間での規制工事と年1回の通行止め補修工事の組み合わせで維持管理している。ただし、神戸地区では、迂回路としての幹線の関係から通行止めは行わず、大規模一車線規制(約13km)による補修工事との組み合わせで維持管理しているのが実情である。

こういった中で、特に、環状線は、供用以来20数年が経ち損傷も著しく、早急に本格的な補修工事が必要となっていた。

3-2 放射線での通行止め補修工事の実績

表-1に過去における通行止め補修工事の実績一覧表をあげているが、すべて環状線以外の路線で実施している。当初、昭和48年からの試行段階を経て、昭和57年から本格的に毎年通行止め補修工事を行っている。その結果、通行止め補修工事のメリットとして、

- (1) 施工、品質管理の向上
- (2) 作業効率の向上

(3) 安全性の確保

(4) 広報の徹底

ができるなど、多くの成果を得ていた。図-2に通行止め補修工事の流れを示す。

3-3 実施体制の整備

環状線の通行止め補修工事を推進するにあたり、種々の検討を行う必要から、その準備段階を経て、昭和61年7月「環状線通行止め工事対策室」を設置した。その体制は次のとおりである。

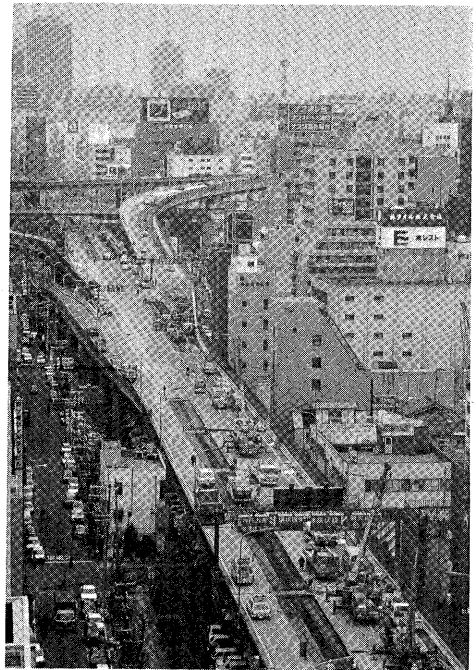
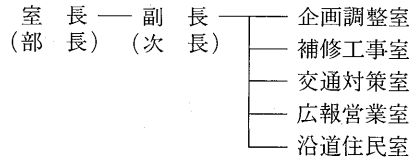


表-1 通行止め実績表

年 度	路 線 名	上 下 線	延長 (km)
48	堺 線	下	11.5
49	空 港 線	上	14.2
50	空 港 線	下	14.2
51	守 口 線	上	9.8
52	空 港 線	上	14.2
55	西 大 阪 線	上下	3.8
56	堺 線	上下	3.9
56	神 戸 西 宮 線	上下	8.9
57	空 港 線	上下	14.2
57	神 戸 西 宮 線	上下	9.0
58	堺 線	上下	11.9
59	守口・森小路線	上下	12.6
60	東 大 阪 線	上下	10.0
61	松 原 線	上下	14.2

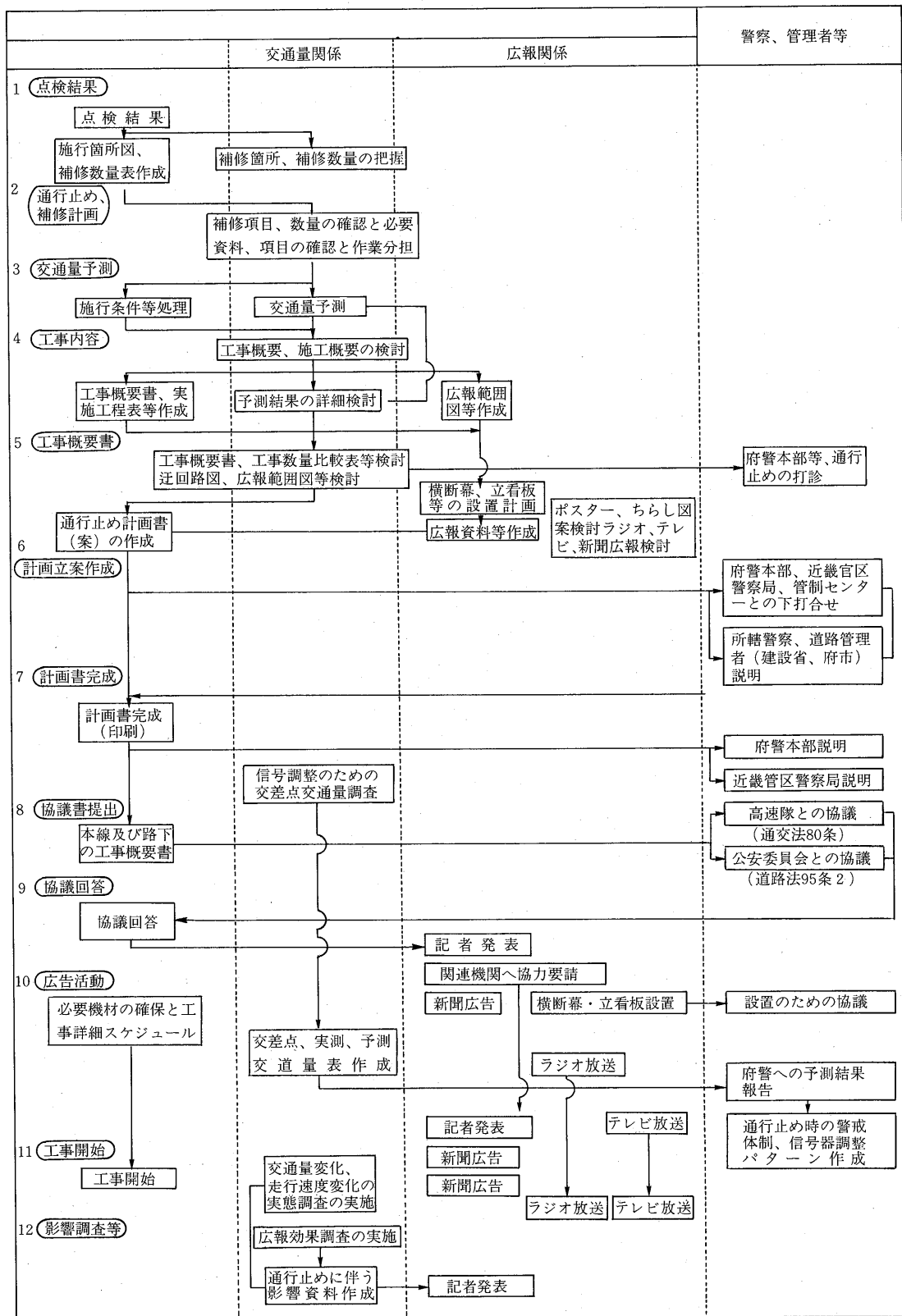


図-2 通行止め補修工事の作業の流れ

各室の役割

企画調整室：各室の諸対策を調整し、全体を把握するとともに、通行止めに必要な諸協議手続を行う。

補修工事室：工事の最適工法、工程を決定する。

交通対策室：交通影響予測を行うとともに、その諸対策を決定する。

広報営業室：広報の基本方針とその手段、内容を決めるとともに、円滑な営業の確保を目的として、諸対策を決定する。

沿道住民室：工事区間の沿道住民への理解と協力を得るための対策と工事中の対応。

3-4 実施区間及び期間

「環状線を一括で実施するか」「分割して実施するか」がもっとも、基本的な問題であった。このため、①補修カ所の選定、②補修量の確定、③工事用資機材、作業員の確保、④交通影響、⑤広報、など慎重に検討を重ねた結果、実施区間については、図-3のとおり環状線を南行と北行に分ける2分割施工により実施することが最善であるという結論に達した。実施期間についても、それぞれの実施区間と補修量から南行6日間、北行5日間と決定した。

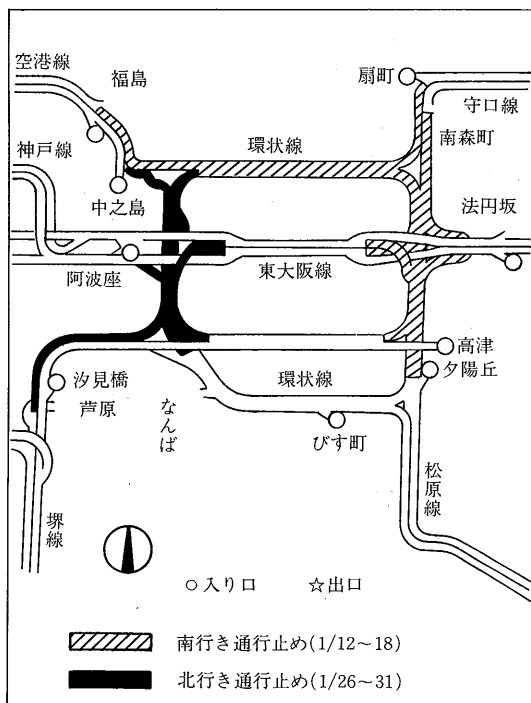


図-3 環状線通行止め区間

3-5 実施時期

実施時期については、①交通量、②気温、③降雨量、④公的諸行事、⑤他の道路管理者の工事、などを総合的に判断して従前は10月～11月を最適として実施していたが、環状線については、都心の最重要路線であるところから、年間を通じて阪神高速交通量の最も少ない1月に設定した。

さらに、1月の中でも、①戎神社祭礼(9, 10, 11日)、②共通一次試験日(23, 24日)、③国際女子マラソン(31日)の諸行事を勘案し、最終的に次のように決定した。

工事期間

環状線南行 (自) 昭和63年1月12日(火)

午前6時

(至) 昭和63年1月18日(月)

午前6時

環状線北行 (自) 昭和63年1月26日(火)

午前6時

(至) 昭和63年1月31日(日)

午前6時

3-6 施工計画

施工計画(総工費16億円, 28工種)は、①損傷分布状況、②各工種の作業時間帯、③作業能率の高い機械の確保、④施工体制の確保、⑤気象、等について検討の上、効率的な施工を最重点にした。特に、限られた作業スペースで、短期に多工種を集中して実施するため、施工管理、品質管理には、あらかじめ表-2のようにチェックシートを作成し、工程管理は、時間工程で管理をすることとした。このため、監督体制についても、現場監督班(24時間, 2交替制, 延べ455人)を設置し、適確に工事進捗を確認するとともに、毎夕、5時に請負業者と当日の工程進捗と翌日の作業予定について調整を行うこととなった。

なお、今回の通行止め補修工事の実施体制は、図-4のとおりである。

3-7 交通影響と対策

3-7-1 交通量予測

通行止めにもなう交通影響予測は、高速道路、一般道路について行った。この予測の中で、通行止めによる車利用とりやめ率については、過去における通行止め補修工事の調査結果を用いた。その結果、高速道路、一般道路あわせて、

南行通行止め時 155,000台/日 減

北行通行止め時 129,000台/日 減

表-2 チェックシート例

AS舗装チェックリスト (I)

路線名 空港・守口・環状・堺 上下・下り 橋桁番号 G 走・追・第 車線
 施工日 昭和 年 月 日 担当者名 ()

○ 作業開始時間	時 分	立会時間	時 分	○ 敷 均 し 時	
	↓ レンマーク			・敷均し温度は、(110℃以上)	℃
○ カッター施工時				・敷均し表面は、キメが均一になっているか。	
・カッターの位置	切 削			・敷均し時にアスファルト合材の固まりがないか。	
○ 切 削 施 工 時				○ 転 圧 時	
・表・基層共切削状況は良好か。				・初期転圧は良好か。(マカダムローラー 10~12 t)	
・基礎切削時・人力補助は適切か。				・2次転圧は良好か。(タイヤローラー 8~20 t)	
・切削深さ	MAX	mm		・仕上げ転圧は良好か。(三軸ローラー 13~18 t)	
	MIN	mm		・伸縮継手付近の転圧は適切か。	
・端部はつりはチップーにてスラブに損傷なく完全に除去されているか。				・伸縮継手付近の摺付は適切か。	
・伸縮継手上及び排水畔はベニヤ板等で防護されているか。				○ 養 生 時	
○ 清 掃 時				・養生時間は適切か。	
・スィーパー等にての清掃状況は良好か。				開始時間 時 分 完了時間 時 分	
・浮き石、ごみ、泥、その他の不純分が完全に除去されているか。				・養生時、防護措置は適切か。	
・床板面は乾燥しているか。				○ そ の 他	
○ 乳 剤 散 布 時				・施工担当者が常時立会しているか、担当者氏名	
・乳剤の散布量は適切か。 (0.3 l/m ² 但しCo床板は 0.6 l/m ²)				○ 実 施 工 程 表	
・タックコートの散布にムラはないか。					
・養生は適切か。					
・伸縮継手部、カッター側面は、ブラシ等で塗布されているか。					
○ 合 材 到 着 時					
・到着温度は、(130℃以上)		℃			
・混合の具合は骨材にASが良く付着しているか。					
・混合の具合はガラガラ、ベトベトしていないか。					
・混合の具合は細粒分と組骨材が分離していないか。					
・運搬車は、温度低下防止シートで覆っているか。					

時間 工程												
	9 8	11 10	13 12	15 14	17 16	19 18	21 20	23 22	1 24	3 2	5 4	6
カッター												
切 削												
清 掃												
乳 剤												
舗 装												

となるが、高速道路では、

(1) 環状線に直結する各放射線で、交通渋滞が常態化する。

一般道路では、

(1) 市内幹線を中心に2~4割の交通量の増加が見込まれ、広範にわたり渋滞が発生する。

(2) 通勤時間帯は、各幹線道路は麻痺状態となる。

(3) 時速は、10km前後、ところによっては、3~4km程度に低下することも予想される。

といった予測であった。

3-7-2 交通影響対策

前述のとおり、大渋滞が予想されたため、関係機関と慎重に検討した結果、徹底した広報活動で、不要不急車両の抑制を図り、総交通量を減少させることを基本とし、さらに、大阪府警察の協力により、次の対策を実施することとなった。

(1) 迂回路の確保 (大型車通行禁止規制の解除)

(2) 信号現示の調整

(3) 高速道路出入路附近及び主要道路での不法駐車
の取り締り

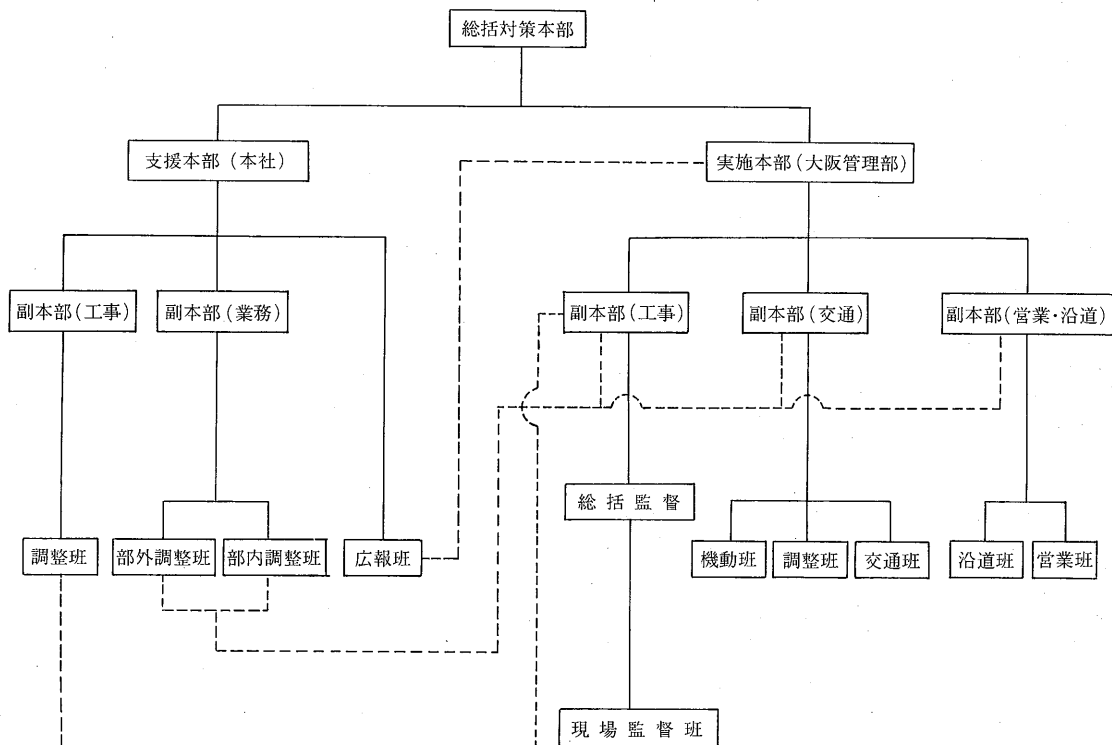


図-4 通行止対策本部体制表

(4) 一般道路と高速道路を連動させた管制パターンの実施

(5) 他の道路管理者への工事抑制の協力依頼

3-8 広報活動

広報活動の基本は、ドライバーへの周知徹底を図り、同時に、沿道住民を初め、広く市民、府民などへの理解を得ることである。このため、「若返り工事」というキャッチフレーズとともに、キャラクターとして図-5の「もぐらのコージ君」を全面的に使用するとともに、

- (1) 全国の関係機関へ広報を徹底する。
- (2) 大阪都心へ近づくにつれ、広報の密度を濃くする。
- (3) 家庭の主婦、子供にも知ってもらう。

ことを基本として、具体的に表-3、表-4のとおり実施することとなった。

さらに、上記広報とは別に、事前に報道機関へ2回にわたり記者発表を行い、具体的な交通渋滞資料を提供することとした。

4. 実施後の各種調査と結果

都心の大動脈である環状線を通行止めしたのは初めてであるところから、いろいろと反響もあった。そこ

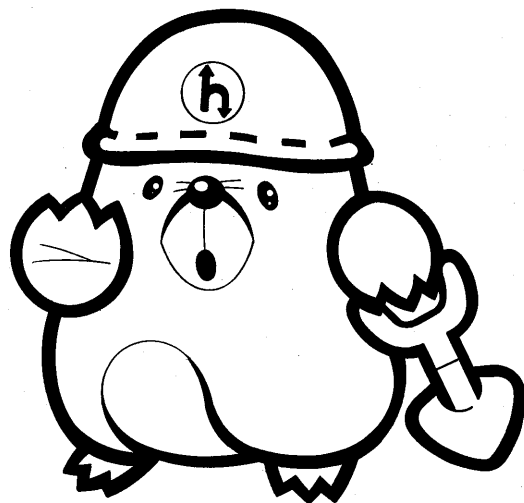


図-5 「もぐらのコージ君」

で、これらの影響を把握し、今後の資料とするべく、表-5のとおり各種調査を行った。その結果の概要について延べる。

4-1 交通影響調査

調査については、図-6のとおり、大阪市内に出入する交通量を南行通行止め日(1月12日)、平常日(1月21日)、北行通行止め日(1月26日)に実施した。その結果を表-6に示す。

表－3 広報活動一覧表

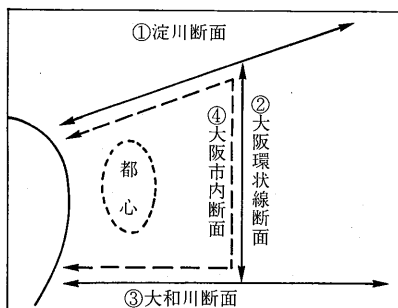
	広 報 内 容	数 量	時 期	主 な 広 報 先
1	ポ ス タ ー	8,000 枚	2ヶ月前から配布	全国の主な道路・運輸関係者（約 3,800箇所）等及び阪神地区の主な駅構内に掲示
2	ち ら し	250 万枚	2ヶ月前から配布	上記1. ポスターと同箇所以外に料金所で7日前から配布
3	シ ー ル	50 万枚	2ヶ月前から配布	上記2. ちらしと同箇所
4	通行券裏面広告	300 万枚	1ヶ所前から	通行領収券裏面を利用
5	新 聞 広 告	7紙（3回）	1ヶ月前と南・北行各前日の3回	近畿版に掲載
6	ラ ジ オ 放 送	7局 (788回)	2週間前から 終了まで	近畿エリアで20秒スポット放送
7	テ レ ビ 放 送	8局 (743回)	1週間前から 終了まで	近畿エリアで15秒スポット放送
8	道路情報ラジオ放送	21 箇所	1ヶ月前から 終了まで	高速上に設置している情報ラジオ（1,620kHz）で広報
9	市政だより等へ	12市に依頼		近畿市町村へ掲載依頼

表－4 関連機関への協力要請一覧表

	関 連 機 関	箇 所	主 な 要 請 先
1	警 察 関 係	110箇所	大阪府を主に阪神地区の所轄署及び安全協会、駐車場協会等
2	日本道路情報センター	150	全国に点在している情報センター
3	道 路 管 理 者 関 係	220	建設省、道路公団、都道府県、阪神地区の市町村等
4	官 公 庁 関 係	20	阪神地区の外務・運輸・郵政・大蔵省等の関係先等
5	消 防 関 係	50	阪神地区の消防署、組合等
6	利 用 者 関 係	3,000	トラック協会、バス協会、タクシー協会、ダンプ協会、自家用車協会、フェリー、ガソリンスタンド、ガス、関電等
7	病 院 関 係	100	大阪府内の主な病院及び血液センター等
8	そ の 他	150	新聞社、放送関係、旅行会社、結婚式場、市場、経済団体、議会関係者

表－5 各種調査表

	調 査 項 目	概 要	実 施 日	調 査 目 的
1	交通量調査	○高速分は検知器、平面街路は41箇所	1/12, 1/21, 1/26 1/14(10), 1/29(14) 3/2	市内流出入交通の変化 (車利用とりやめ台数) 路線別交通量の変化
2	速度調査	○一日3回(7:00, 13:30, 17:00) 主要10路線(ex.R-2, R-43, 中環, 阪神西宮線)	1/12, 1/21, 1/26	主要路線旅行速度の変化
3	交通密度調査	○セスナ機を使用して、上空より連続垂直写真 4ルート(R-1・R-2, 谷町筋, 中央大通りなにか筋)	1/12 10:30 ごろ 1/21 15:00 ごろ 1/29 15:00 ごろ	主要路線交通密度の変化 路側駐車台数の変化
4	ドライバー アンケート調査	○ランプ入り口及び主要交差点で20,000枚配布 郵送回収	2/4 配布, 2/25締切り	事前広報の認知度 車とりやめ率
5	事業所調査(全業種)	○無作為抽出の5,000事業所に郵送配布 郵送回収	2/4, 5配布	代替交通手段
6	事業所調査 (重点業種)	○船場, 立売堀, 東大阪・北大阪流通センターの200 事業所に訪問, 面接 ○運輸, 新聞, コンビニエンスストア等30社に訪問・ 面接	2/4 ~2/16面接 "	通勤, 業務活動への影響 "
7	事業所調査(従業者)	○200事業所に訪問した際, 車利用の従業者1,500名 に配布, 郵送回収	2/4 ~2/16配布	"



図—6 交通量測定断面

さらに、交通量調査と同じ日に、3回に分けて試験車を走行させ、所要時間から旅行速度を算出した。その結果を表—7に示す。

4-2 広報効果調査

前述の交通影響調査によって、通行止期間中の交通量の大幅な減少が明らかになったが、事前広報の効果及び通行止時の自動車利用の変化を把握するため、アンケート（郵送にて回収）による調査を実施した。配付したアンケートの内、有効回収票7,872票（回収率19.7%）を解析の結果、以下の事柄が判明した。

表—6 断面別総交通量（上下方向計）

単位：百台／日（除く増減比）

単位：日／日（減、増減比）

断 面		南 行 通 行 止 日				北 行 通 行 止 日			
		平 常 日 (A)	通行止日 (B)	増 減 (B－A)	増 減 比 (B／A)	平 常 日 (A)	通行止日 (C)	増 減 (C－A)	増 減 比 (C／A)
①淀 川 断 面	一般道路	6,663	6,456	▲ 207	0.97	6,663	7,051	388	1.06
	高速道路	2,854	2,047	▲ 807	0.72	2,854	2,453	▲ 401	0.86
	総交通量	9,517	8,503	▲ 1,014	0.89	9,517	9,504	▲ 12	1.00
②大阪環状線断面	一般道路	4,691	4,721	30	1.01	4,691	4,802	111	1.02
	高速道路	2,652	1,441	▲ 1,212	0.54	2,652	2,035	▲ 617	0.77
	総交通量	7,343	6,162	▲ 1,182	0.84	7,343	6,837	▲ 506	0.93
③大 和 川 断 面	一般道路	4,117	4,210	92	1.02	4,117	4,233	116	1.03
	高速道路	1,679	1,091	▲ 588	0.65	1,679	1,296	▲ 383	0.77
	総交通量	5,796	5,301	▲ 496	0.91	5,796	5,529	▲ 267	0.95
④大阪市内断面	一般道路	11,104	10,936	▲ 168	0.98	11,104	11,574	470	1.04
	高速道路	5,843	3,456	▲ 2,387	0.59	5,843	4,465	▲ 1,378	0.76
	総交通量	16,947	14,392	▲ 2,555	0.85	16,947	16,039	▲ 908	0.95

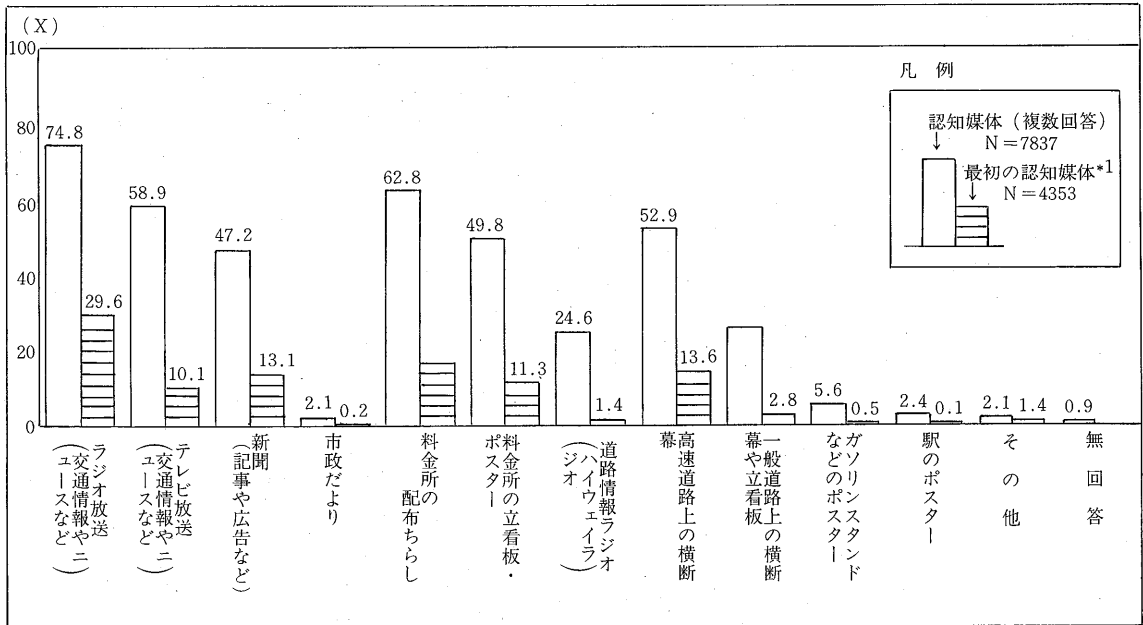
表—7 旅行速度の比較（全ルート平均）

単位：km／h（除く増減比）

走 行 回 数	南 行 通 行 止 日				北 行 通 行 止 日			
	平常日 (A)	南行通行止日 (B)	増 減 差 (B-A)	増 減 比 (B/A)	平常日 (A)	北行通行止日 (B)	増 減 差 (B-A)	増 減 比 (B/A)
7時00分発	25.5 (21.7)	20.0 (17.7)	▲5.5 (▲4.0)	0.78 (0.82)	24.2 (22.0)	16.4 (14.9)	▲7.8 (▲7.1)	0.68 (0.68)
13時30分発	23.1 (20.0)	16.2 (14.9)	▲6.9 (▲5.1)	0.70 (0.75)	23.8 (21.6)	13.2 (13.0)	▲10.6 (▲8.6)	0.56 (0.60)
17時00分発	19.9 (18.2)	14.6 (14.7)	▲5.3 (▲3.5)	0.73 (0.81)	20.1 (18.4)	16.9 (14.3)	▲3.2 (▲4.1)	0.84 (0.78)
3回走行平均	22.7 (19.8)	16.7 (15.7)	▲6.0 (▲4.1)	0.74 (0.79)	22.5 (20.5)	15.3 (14.0)	▲7.2 (▲6.5)	0.68 (0.68)

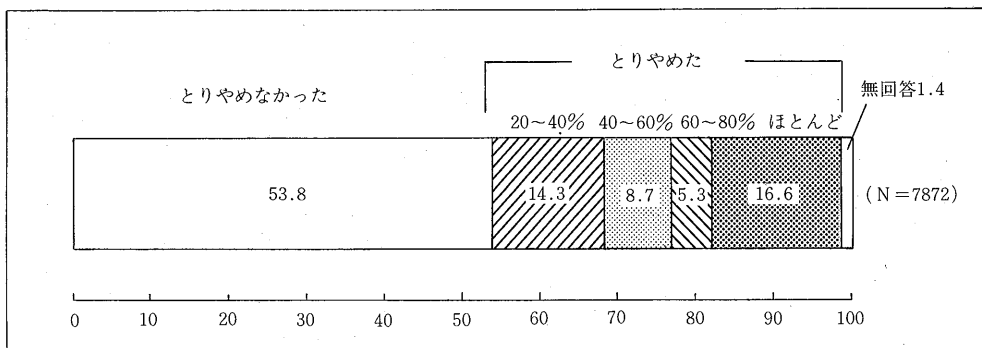
() 内は一般道路ルート平均

(1) 工事の事前認知状況



工事の事前認知媒体

(2) 工事期間中の車とりやめ状況



(3) 工事期間中の所要時間の比較

・工事期間中の代替交通機関による所要時間と、普段の車の所要時間を比較すると、工事期間中に「遅くなった」が71.4%、「早くなった」が19.2%であった。

(4) 自由意見

・意見総数は2,663件で、そのうち補修工事に関連した意見は1,668件であった。

・「工事は夜間にしてほしい」(125件)、「日曜・祭日に補修工事をしてほしい」(53件)等の意見が多かったが、「通行止をして補修工事をするほうが望ましい」(40件)、「不便だが仕方がない」(41件)等の意見も

・工事期間中の車での所要時間と、普段の車での所要時間の比較では、工事期間中に「遅くなった」が64.3%、「早くなった」が27.3%となった。

あった。

・事前PRについては「良かった」が259件あり、「もっと徹底してほしい」等の意見はほとんどなかった。

・「車社会のあり方を考えさせられた」(24件)という意見もあり、今回の補修工事が一般社会に、少なからず何らかの影響を及ぼしていることがうかがえる。

4-3 事業所アンケート調査

各種マスコミでも報道されたように、通行止め期間中、通行止めに起因したと思われる大きな渋滞は予想されたほどではなかった。しかしながら、これらは事業所や個人が通行止めに際して自動車使用の自粛等何

らかの事前対策を講じた結果であると考えられる。

事業所アンケート調査は、このような考えに基づき、事業所を対象として事前対策や通行止めによる影響、通行止め期間の限度等を把握することを目的として実施された。調査の概要は、次のとおりである。

調査結果

(1) 皆が知っていた

		上段：件数 下段：構成比 (%)				
	全業種	卸小売業	サービス業	製造業	建設業	運輸業
1. 予め知っていた	2471 98.8	1024 98.6	647 98.8	472 98.5	164 99.4	164 100.0
2. 知らなかった	21 0.8	8 0.8	6 0.9	6 1.3	1 0.6	0 0.0
3. 不明・無回答	10 0.4	7 0.7	2 0.3	1 0.2	0 0.0	0 0.0
4. 合計	2502 100.0	1039 100.0	655 100.0	479 100.0	165 100.0	164 100.0

(2) 大渋滞を予想していた

		上段：件数 下段：構成比 (%)				
	全業種	卸小売業	サービス業	製造業	建設業	運輸業
1. これまでにない混雑、渋滞	1561 63.2	632 61.7	382 59.0	314 66.5	106 64.6	127 77.4
2. 五、十日程度の混雑、渋滞	818 33.1	357 34.9	228 35.2	142 30.1	54 32.9	37 22.6
3. 大きな影響はない	81 3.3	30 2.9	34 5.3	13 2.8	4 2.4	0 0.0
4. その他	4 0.2	1 0.1	1 0.2	2 0.4	0 0.0	0 0.0
5. 不明・無回答	7 0.3	4 0.4	2 0.3	1 0.2	0 0.0	0 0.0
6. 合計	2471 100.0	1024 100.0	647 100.0	472 100.0	164 100.0	164 100.0

(3) 7割が“業務に影響あり”と考えた

		上段：件数 下段：構成比 (%)				
	全業種	卸小売業	サービス業	製造業	建設業	運輸業
1. 影響があり対策決めていた	658 26.6	254 24.8	157 24.3	126 26.7	54 32.9	67 40.9
2. 影響あるが対策決めなかった	1123 45.4	515 50.3	227 35.1	227 48.1	80 48.8	74 45.1
3. 影響ないので決めなかった	689 27.9	254 24.8	263 40.6	119 25.2	30 18.3	23 14.0
4. 不明・無回答	1 0.0	1 0.1	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
5. 合計	2471 100.0	1024 100.0	647 100.0	472 100.0	164 100.0	164 100.0

(4) そして、考えられる限りの対策がとられた

上段：件 数
下段：構成比 (%)
(複数回答)

	1. 通行止期間中の業務の期間前・後への変更	2. 通行止前の商品・原材料・資材等の納入、配車増	3. 自転車オートバイの利用、工種変更、立回り先減少	4. 自動車通動自粛	5. 外勤業務における自動車利用抑制	6. 外勤業務そのものの削減	7. 電話やファックスの利用	回 答 数 合 計
卸 小 売 業	114 44.9	69 27.2	45 17.7	105 41.3	121 47.6	78 30.7	143 56.3	254 100.0
サービ 業	31 19.7	12 7.6	28 17.8	56 35.7	72 45.9	29 18.5	73 46.5	157 100.0
製 造 業	59 46.8	38 30.2	16 12.7	56 41.4	70 55.6	29 23.0	67 53.2	126 100.0
建 設 業	14 25.9	29 53.7	11 20.4	29 53.7	32 59.3	13 24.1	34 63.0	54 100.0
運 輸 業	11 16.4	20 29.9	21 31.3	28 41.8	24 35.8	12 17.9	24 35.8	67 100.0
全 業 種	229 34.8	168 25.5	121 18.4	274 41.6	319 48.5	161 24.5	341 51.8	658 100.0

(5) 業務活動に生じた影響

上段：件 数
下段：構成比 (%)
(複数回答)

	1. 通行止期間中の業務の期間前・後への変更の支障	2. 通行止前の在庫増、配車増による支障	3. 納品、仕入れ等の手段の変更、工種変更等の支障	4. 仕入れ搬入減や工事の支障、経路変更の支障など	5. 自動車通動減少の支障	6. セールス訪問先減少の支障	7. 外勤に車利用減少の支障	8. 電話やファックス利用の支障	9. 来客数減少の支障	回 答 数 合 計
卸 小 売 業	179 17.2	79 7.6	88 8.5	101 9.7	52 5.0	122 11.7	137 13.2	67 6.4	96 9.2	1,039 100.0
サービ 業	47 7.2	16 2.4	40 65.1	15 2.3	29 4.4	34 5.2	54 8.2	24 3.7	27 4.1	655 100.0
製 造 業	65 13.6	28 5.8	40 8.4	38 7.9	20 4.2	46 9.6	52 10.9	39 8.1	—	479 100.0
建 設 業	24 14.5	26 15.8	13 7.9	25 15.2	13 7.9	7 4.2	14 8.5	12 7.3	—	165 100.0
運 輸 業	36 22.0	30 18.3	27 16.5	42 25.6	11 6.7	20 12.2	14 8.5	15 9.1	—	164 100.0
全 業 種	351 14.0	179 7.2	208 8.3	221 8.8	125 5.0	229 9.2	271 10.8	157 6.3	123 7.3	2,502 100.0

5. むすび

環状線通行止め補修工事が終り、1年たったが、振り返ってみると他の放射路線での通行止め補修工事の経験が有形無形に大きな役割を果たしたと思われる。徹底した広報にしても、今までの経験と反省を踏まえてのものであったし、技術面においても監督体制、品質、工程管理、安全管理等今までの経験を生かした。

一方、事業所や個人にとっても、過去の通行止め補修工事による交通状況の経験と、普段の利用体験を通じて、車使用の自粛等、何らかの事前対策を講じてい

た。

したがって、その影響も多岐にわたり、今さらながら環状線通行止め補修工事の影響の大きさを知るとともに、その果たす役割について再認識させられた。

それだけに、反省すべき問題も多々あり、それらに無駄にしないよう、今後の維持修繕に生かすための調査、研究に努めなければならない。

最後に、ご協力いただいた各事業所、個人の方々に初め、大阪府警察他の関係各位に改めて、感謝の意を表します。

凍結防止剤を添加した舗装補修について

近 藤 陽*

1. まえがき

冬期の国道管理で、特に山間部等においては、路面凍結により通行車輛は非常に厳しい状況下にある。特に局所的に日照時間が少なく、1日中路面凍結した箇所には、塩化カルシウム等の散布で対応しているが、これら散布の省力化を図る目的より、凍結防止剤を添加した舗装補修を行ったもので、ここでは舗装補修に伴う、凍結防止剤（ベルグリミット剤）の添加混合物として具備した、混合物の選定と同混合物による舗設並びに供用後の路面性状、冬期における凍結遅延効果について紹介する。

2. 凍結防止剤（ベルグリミット剤）を添加した舗装の凍結防止作用

ベルグリミット剤（以下凍結防止剤という）は、ドイツで開発されたもので、基本的には、一般の塩化カルシウムをカプセルに封入したもので、これをアスファルト混合物に添加させ、舗設後通過車輛のスパイク及びチェーン等により封入した凍結防止剤を露出させようとするものである。また、凍結防止剤の作用過程として、これら凍結防止剤は空気並びに水に接触しても潮解し、液体となる。したがって、路面上に凍結防止剤の露出（液体）は混合物の空隙（細孔）に溶液としてたくわえられ、大気中の温度に応じ細孔から路面に滲み出し等の現象と、通過車輛（スパイク及びチェーン着装車）により絶えず新しい凍結防止剤の露出等で、舗装上部5～10mmで活動（凍結遅延作用）するもので、その状態は、一般に使用されている塩化カルシウムを散布した場合と同様となる。なお、これらの舗装については、国内的に確かな箇所数は不明であるがおよそ、表-1に示すような施工者と施工箇所数で試みられている。

3. 四国管内における凍結防止剤を添加した舗装補修の経緯

管内で、冬期の国道管理で特に厳しい箇所を選定し、昭和59年12月に国道33号、愛媛県上浮穴郡久万地区に凍結防止剤添加混合物（以下特殊混合物という）による舗装補修（L=230m、H=4cm）を行った。しかし、供用後（冬期）2ヶ月程度で凍結防止効果がなくなり、切取コアで塩素イオン濃度を求めた結果、混合物中の凍結防止剤は、すべて流出されるという経緯があった。この要因は、舗設混合物の透水性（ $\times 10^{-5}$ cm/sec）に起因したものと判断され、望ましい特殊混合物は、連続した空隙を持たない不透水混合物しかないとの結論が得られ、室内試験により種々の特殊混合物を作成し、透水係数及び動的安定度（以下DS値という）を調べた結果、望ましい特殊混合物に近い工種として、アスファルト舗装要綱⑥⑤の細粒度ギャップ（13F）、密粒度アスコン（13F）を選定した。しかし、これら細粒系混合物はストアス60/80単体の使用では、性的に目標とするDS値が得られない欠点がある。したがって、ここでは改質アスファルトの使用で対応し、再度昭和61年度国道33号愛媛県上浮穴郡久万町地区で特殊混合物を舗設した。以下に特殊混合物の選定に伴う室内試験並びに舗設概要、供用後の路面性状、冬期における路面遅延効果について述べる。

4. 望ましい特殊混合物選定の検討

一連の室内試験結果より、連続した空隙を持たない

表-1 特殊混合物の施工者と施工箇所数
(S60. 12月調べ)

施 工 者	施 工 箇 所 数
建 設 省 関 係	7
県 関 係	12
市 関 係	20

*こんどう あきら 建設省四国地方建設局四国技術事務所材料試験課第2係長

不透水の混合物が望ましいとの結論が得られ、2種類の工種（寒冷地タイプの混合物）を選定したが、このような特殊混合物では管内のように夏期気温の高い温暖地においては、流動という問題を引き起こす。したがって、室内試験ではこの相反する事象があるポイントですりつける必要があり、特殊

混合物選定に伴う室内試験として、

図-1のフローで種々の特殊混合物を設定し、配合及び性状試験を行った。なお、特に目標とする特殊混合物性状を表-2のように定めた。以下に各室内試験の概要を述べる。

4-1 室内試験（その1）

最も望ましい特殊混合物として表-3の細粒度ギャップを選定したが、この表に見られるように不透水で

表-2 目標とする混合物性状

項目	目標値
透水係数	不透水
動的安定度 (DS)	800回/mm

(注) マーシャル試験値は舗装要綱準拠

表-3 選定した混合物粒度と性状（ストアス60/80使用）

	AS量 (%)	合 成 粒 度							透水係数 (cm/sec)	D S (回/mm)
		13mm	5	2.5	0.6	0.3	0.15	0.074		
細粒度 ギャップ (13F)	6.3	100	69.8	54.3	42.5	31.6	16	9.6	不透水	444

(凍結防止剤5%添加)

表-4 改質アスファルトの性状

ローデックス (添加量)	ストアス60/80	10%添加後
針入度 (25℃, 100g, 5秒)	72	59
軟化点 (℃)	47.5	56
伸度 (7℃)	6	100 以上
タフネス (kg・cm)	61	92
テナシティ (〃)	10	34
蒸発後の針入度比 (%)	102	101
薄膜加熱減量 (〃)	+0.02	+0.03
三塩化エタン可溶分 (〃)	99.9	99.8
引火点 (℃)	300 以上	300 以上
比重 (25℃/25℃)	1.030	1.026

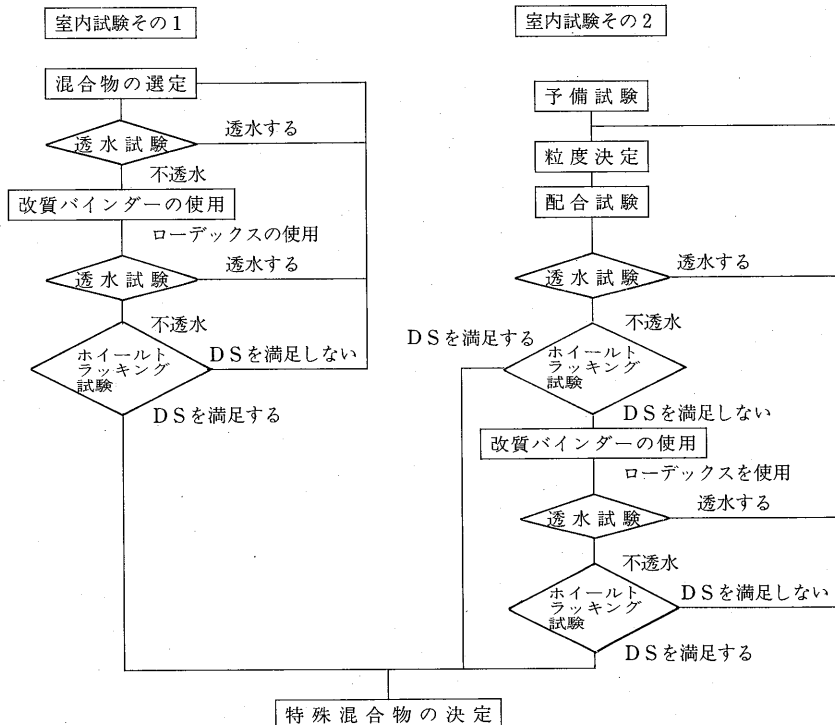


図-1 特殊混合物の検討フロー

度(160℃)が高くなり、一方凍結防止剤は表-5に示すように潮解温度が175℃であり、現場の混合温度及び転圧条件から見て無理と判断される。したがって、ここでは混合温度165℃(標準-10℃)に設定し、締固め温度を155℃、145℃の2水準で、所定の特殊混合物を得るための最低締固め温度の検討(マーシャル供試体)を行った結果を表-6に示す。この表によると、締固め温度が低くなるにつれて締固め密度も若干低下し、締固め難い傾向を示すが、透水性も不透水(5 kg/cm²加圧)で、DS値も1500回/mm以上が期待出来ることから、改質アスファルト使用の有効性が立証された。

以上のことから、細粒度ギャップに改質アスファルトを使用し、混合温度165℃±10℃転圧温度を最低145℃以上を確保すれば、一応特殊混合物としての諸性状は満足されるとの確信が得られた。

表-5 凍結防止剤の性状

項 目		成績表による	実 測 値
粒 度 (%)	13 mm	100	100
	5 "	95	85.0
	2.5 "	22	24.4
比 重		1.80	1.75
果粒密度 (g/cm ³)		0.86	
融 点 (℃)		175	路面氷結遅延舗装材単体では 249℃迄加熱しても変色するが溶解しない。アスファルトでコーティングしたものは 175℃でビチビチと音がして溶解している様である。

表-6 締固め温度と混合物性状(改質アスファルト使用)

AS量 (%)	混 合 温 度 (℃)	締固め 温 度 (℃)	密 度 (g/cm ³)	締 固 め 度 (%)	空隙率 (%)	D S (回/mm)	透 水 係 数 (cm/sec)	備 考
6.3	165	155	2.310	100	4.0	1,540	不透水	基準密度 2.311 透水性頭 5気圧
			2.315	100.2	3.8	2,250	"	
		145	2.298	99.4	4.5	1,580	"	
			2.296	99.4	4.6	1,970	"	

(凍結防止剤5%添加)

4-2 室内試験(その2)

この室内試験では、一連の混合物試験結果より、細粒度ギャップ(13F)と密粒度アスコン(13F)との粒度範囲の間に、特殊混合物として、望ましい粒度があると考えられ、新たに、表-7の密粒度アスコン(13F)の合成粒度を設定し、上述(室内試験その1)と同様な手順で、室内試験を行った結果、ストアス60/80

使用の場合表-8に示すように、透水性では不透水(5 kg/cm²加圧)で満足された。しかしDS値は500回/mmと目標値(800回/mm)を下回るため、DS値の改善策として上述と同様に、改質アスファルトを使用した結果表-9に示すように、ここでも、改質アスファルトの使用により、不透水でDS値も1,500回/mm程度得られることから、特殊混合物として諸性状は満足された。

表-7 選定した混合物粒度

混合物 種 類	AS量 (%)	合 成 粒 度						
		13 mm	5	2.5	0.6	0.3	0.15	0.074
密粒度 (13F)	6.0	100	65.4	51.5	36.1	27.1	15.9	10.3

表-8 ストアス60/80使用による混合物性状

AS量 (%)	密 度 (g/cm ³)	空隙率 (%)	締 固 め 度 (%)	D S (回/mm)	透 水 係 数 (cm/sec)	備 考
6.0	2.334	3.6	99.7	590	不透水	透水頭 5気圧
	2.338	3.5	99.9	480	"	

(注)凍結防止剤5%添加

表-9 改質アスファルト使用の混合物性状

AS量 (%)	混 合 温 度 (℃)	締固め 温 度 (℃)	密 度 (g/cm ³)	空隙率 (%)	締 固 め 度 (%)	D S (回/mm)	透 水 係 数 (cm/sec)
6.0	165	145	2.321	4.1	100	1,910	不透水
			2.316	4.3	99.7	1,210	"

(注)基準密度 2.322, 透水頭 5気圧, 凍結防止剤 5%添加

4-3 舗装に用いる特殊混合物の決定

上述の室内試験結果より、望ましい特殊混合物として、不透水性を持ち、目標とするDS値が期待出来る

る2種類の特殊混合物が選定されたが、ここでは、特殊混合物の製造過程の煩雑さを省くために舗設混合物を1種類に絞ることにした。しかし、室内試験結果による2種類の特殊混合物とも物性的には有意差がない。したがって2種類の特殊混合物の練り上り合材の目視観察(艶、分離状態)、施工性、DS値の変動並びに舗

設箇所が山間部であるため、供用後のすべり抵抗等を勘案した結果、細粒度ギャップ(13F)が有利と判断した。

なお、細粒度ギャップ(13F)の舗設条件として、改質アスファルトを使用すること、転圧温度は最低でも145℃以上を確保することで舗設に望んだ。

5. 舗設の概要

特殊混合物の舗設は表-10に示す規模で行った。なお、特殊混合物に用いた骨材の性状を表-11に示し、表-12、表-13に現場配合による合成粒度並びにマーシャル特性値、DS値、透水性等の諸性状を示すと共に、以下に各舗設工程ごとの概要を述べる。

5-1 特殊混合物の製造

特殊混合物の製造は、プラントでのためし練り結果、骨材の加熱温度210℃、改質アスファルトの加熱温度156℃で、混合温度166℃を目標に、図-2に示す混合手順及び混合時間で特殊混合物を製造した。また、凍結防止剤のミキサーへの投入は、ウェットミキシング後、人力で直接単体（袋詰め25kg）で計量投入した。なお、凍結防止剤の取扱いについては、苛性ソーダ分

が混入しているため、直接凍結防止剤に接触する作業員は防護用眼鏡と手袋着用の上作業に従事した。

その他、凍結防止剤のミキサーへの投入後の混合時間は、25秒が限度とされているが、ここでは、投入後15秒で完全に、コーティングされた。

5-2 舗設

(1) 既設路面へのタックコートの散布

タックコートはゴム入りアスファルト乳剤を、0.4kg/㎡程度をエンジンスプレーヤーで均等に散布し、乳剤分解後特殊混合物を敷均しを実施した。

(2) 転圧条件等（気温5℃）

特殊混合物の舗設温度は表-14に示すとおりである。なお、特殊混合物製造後の保温については、まず、合材運搬車では、二重シートを使用し、現場到着後も、特殊混合物の温度低下と水分吸湿（凍結防止剤）を避けるため、運搬車のシートを除去しない状態で、アスファルトフィニッシャー（HA-50）のホッパーにあげ、迅速に敷均し、転圧したものである。また、転圧は表-

表-10 特殊混合物の舗設概要

項 目	舗 設 概 要
工 事 名	昭和61年度下野尻路面修繕工事
工 事 場 所	愛媛県上浮穴郡久万町下野尻
舗 設 年 月 日	S61. 11
舗 設 規 模	7 × 570m
混合物及使用アスファルト	細粒度ギャップ (ストアス60/80+ロデックス 10%添加)
舗 設 厚 さ	40mm
全 交 通 量	5,300 台/日

骨材計量	石粉計量	AS計量	AS改質計量	凍結防止剤計量
投入 1秒	投入 5秒	投入 10秒	投入 30秒	投入 15秒
Drymixing				排出
Wetmixing				16秒
				3秒

図-2 特殊混合物の混合手順及び混合時間

表-11 使用骨材の粒度と性状

項 目	6号砕石	7号砕石	スクリーニングス	細 砂	石 粉
粒 度	13 mm	100.0			
	5 "	7.2	90.4	100.0	
	2.5 "	0.2	5.2	98.2	94.0
	0.6 "		0.1	56.6	67.3
	0.3 "			39.9	42.4
	0.15 "			22.2	8.3
	0.074 "			12.1	1.7
見 掛 比 重	2.724	2.737	2.657	2.704	2.705
表 乾 比 重	2.673	2.682	2.561	2.622	
吸 水 量 %	1.13	1.20	2.29	1.86	0.05
すりへり減量 %	19.2				
単位容積重量kg/㎤	1.512	1.514	1.713	1.735	

表-13 特殊混合物の性状（現場配合）

項 目	室 内 配 合 時	現 場 配 合 時	基 準 値 目 標 値
最適AS量 (%)	6.2	6.2	—
密 度 (g/㎤)	2.327	2.325	—
理論密度 (g/㎤)	2.408	2.408	
空 隙 率 (%)	3.4	3.4	3~5
飽 和 率 (%)	80.6	80.5	75~85
安 定 度 (kg)	1,350	1,262	500 以上
フロー値 (1/100 cm)	34	26	20~40
残留安定度 (%)	63.6	82.9	—
動的安定度 (回/㎜)	1,169	1,050	800 以上
透水係数 (cm/秒)	不透水	不透水	不透水

表-12 合成粒度及び配合率（現場配合）

通過百分率 項目 (%)	合 成 粒 度						
	13 mm	5	2.5	0.6	0.3	0.15	0.074
細 粒 度 ギャップ	100	70.1	54.3	41.7	30.3	14.7	9.4

材 種	6 号 砕 石 (%)	7 号 砕 石 (%)	砕 砂 (%)	細 砂 (%)	石 粉 (%)	凍 結 防止剤 (%)	AS量 (%)
配合率 (%)	26.7	13.4	14.3	26.8	8.1	4.5	6.2

表-14 舗設時の温度条件

区 分 項 目	現 場 着 温 度	初 期 転 圧 温 度
最大値 ℃	167.2	157
最小値 ℃	161.4	149.6
平均値 ℃	163.8	149.9
標 準 偏 差	2.97	0.678

15に示す回数としたが、初転圧による振動は、合材が付着し、はがれ現象が生じたため、2回目以降振動転圧とすると共に、ローラーの付着防止には水の使用を禁止し、少量の軽油を使用した。なお、2次転圧は、タイヤローラーで所定の密度（基準密度の99%以上目標）が得られるよう充分な転圧に心掛けた。また、供用後雨水による浸透が懸念される縦ジョイント等の締固めは、ジョイント部に、ゴム入りアスファルト乳剤による塗布を行い、特殊混合物敷均し後、ジョイントヒーター（11,000kcal×2本）で間接加熱しながら振動ローラーで入念な転圧に務めた。

表-15 転圧機種と転圧回数

転 圧 機 種	転 圧 条 件
振動ローラー (KVR-7 s, 7.3ton)	5 回 以 上 (初 期)
タイヤローラー (KR-20D, 13.5ton)	7 回 以 上 (二 次)

(注) 実績

(3) 舗設後の路面性状と混合物性状

舗設後の路面及び特殊混合物性状を表-16に示す。この表によると、横断凹凸量が一般舗装に比べ若干大きな傾向にあるが、これらは、舗設混合物が不透水層で、舗設後の温度低下が少ないこと、片側舗設のため、高温供用の影響（初期圧密）によるものと考えている。なお、その他の諸性状は全て満足された。

表-16 舗設後の路面性状及び混合物性状

項 目	測定値	備 考
縦断凹凸量 (σmm)	1.32	上下車線平均
横断凹凸量 (mm)	5.2	"
切取コア密度 (g/cm³)	2.319	基準密度 2.326
締固め度 (%)	99.7	N=5 平均
透水係数 (cm/sec)	不透水	N=3 "
塩分濃度 (%)	0.47	N=5 "
抽出AS量 (%)	6.22	最適AS量6.2%, N=4 平均
抽 出 粒 度 (%)	13 mm	100 粒度範囲 95~100
	5 "	74.2 60~80
	2.5 "	54.0 45~65
	0.6 "	40.4 40~60
	0.3 "	29.0 20~45
	0.15 "	13.7 10~25
	0.074 "	9.7 8~13

6. 供用後の経年調査結果

供用2年後の路面及び混合物性状の調査結果を表-17に示すとともに、冬期の路面凍結遅延効果等の傾向を以下に述べる。

6-1 路面性状

供用2年後の路面性状では、わだち掘れ量及び縦断凹凸量で若干増加傾向にあるが、これらは冬期のスパイク及びチェーン等による路面摩耗が大半を占めており、路面性状としては安定している。また塩素イオン濃度では、供用1年後に比べ、大きく低下しているが、これらは夏期の降雨による流出等の影響と推定している。なお、本年度は、これら凍結防止剤の有無について、路面切削機（ライナックス）で確認した結果、舗装表面より2~3mmの切削面で凍結防止剤が多く点在している状況が認められている。

6-2 切取コアによる特殊混合物性状

切取コアの空隙率は舗設時に比べ1.1~1.3%減少している。したがって表-17の透水性（5kg/cm²加圧）も不透水である。また、切取版のDS値も舗設時の2,450回/mmが、供用1年後、400回/mmと極端に低下しているが、これらの要因は舗設時に比べ、舗装表面の凍結防止剤が溶出し、相対的にアスファルト量が過多（0.23%増）の状態になっていることと、切取版採取及び整形に伴う水使用により、切取版表面の凍結防止剤溶出等がDS値に影響しているものと推定している。なお、このDS値が実際の性状値と仮定すると、（過去の調査結果より推察）供用後、わだち掘れ等の促進は特異な値を示していたものと思われる。

6-3 供用後冬期における路面の凍結遅延効果

供用後、道路パトロール等による目視結果によると、供用直後の冬期は、改質アスファルト及び細粒度ギャップ（13F）の採用によって、耐摩耗用混合物の要素が加味されることもあって、通過車輛のスパイク及び

表-17 特殊舗装の経年調査結果

測 定 項 目	施工時 (61.11)	1年経過 (62.10)	2年経過 (63.10)
路 面 性 状	わだち掘れ量 (mm)	5.2	6.5
	縦断凹凸量 (mm)	1.32	1.86
	ひび割れ率 (%)	0	0.2
	すべり抵抗 (BPN)	72	70
	路面粗さ (mm)	0.8	0.89
	塩素イオン濃度 (%)	0.08	0.102
混 合 物 性 状	密 度 (g/cm³)	2.325	2.356
	空隙率 (%)	3.6	2.3
	動的安定度 (回/mm)	2,450	410
	透水係数 (cm/sec)	不透水	不透水
	アスファルト量 (%)	6.22	6.45

(注) 塩素イオン濃度は現地舗装面に1mm程度の水膜を作りカンパで求めたもの

チェーン等による路面の摩耗も少なく、したがって、冬期の凍結遅延効果も皆無の状況であったが、供用1年後の冬期より、路面の摩耗も徐々に促進され、その現象で凍結防止剤が露出（写真参照多数の斑点と湿った路面状況）し、夜間等による路面凍結防止の効果は発揮されているものの、積雪時による融雪効果はない。しかし、積雪時路面に圧雪された雪を除去する場合、



写真—1 現況の路面状況

氷の付着がないため容易に除去できるが、一般舗装の区間での除去は困難であることが認められている。

7. まとめ

以上、室内試験舗設及び調査結果の概要を述べたが、これらの特殊舗装は、通過車輛のスパイク並びにチェーン等による路面の摩耗現象で、凍結防止剤が露出し、始めて路面の凍結遅延効果、積雪時の融雪効果が発揮できる舗装だと認識している。しかし、本舗装区間の場合、積雪時における融雪等で、その効果が発揮できていない。その理由として、舗設混合物が耐摩耗の要素が加味されていること、通過車輛のスパイク及びチェーン等の着装率が低いなどの問題点があげられるが、供用後の路面摩耗も徐々に促進される傾向であり、今後における積雪時の融雪効果に期待し、その推移に注目したい。

なお、今後の凍結防止剤添加混合物の改善策については、路面の摩耗が期待できる素材の使用、例えば、バインダー等では、セミプロンアスファルト（AC-100）の使用等を考えている。

日本のアスファルト事情 1988年版

B5・48ページ・¥700（送料は実費）

当面するアスファルト事情を
わかりやすく解説した資料です。
広くご利用いただけるよう編
纂致しました。

ハガキにてお申込み下さい。

申込先 社団法人 日本アスファルト協会

105 東京都港区虎ノ門2丁目6番7号
和孝第10ビル

目次

★需 要
用 途
需要の推移
★供 給
生 産
流 通
施 策

★課 題
★参考資料
品質規格
試 験 法
品質管理
アスファルト舗装の特長

臨時石油アスファルト需給等対策会議
道路予算
世界の原油確認埋蔵量
原油 入量の推移
原油価格
石油需給計画

ジオテキスタイル中間層を用いた オーバーレイ工法

水 取 清 一*・堀 田 穂**

1. まえがき

ジオテキスタイル中間層を用いたアスファルトコンクリートを用いた工法は、最近ヨーロッパ、アメリカなどでは盛んに使用されつつある。

近年、国内において車両の大型化、重車両等に伴い舗装のひびわれ、わだち堀れ等、舗装の悪化が早まる事から、アスファルト舗装の打ち替えやオーバーレイなど維持修繕工事が重要になっている。

ジオテキスタイル中間層を用いたオーバーレイ工法の目的は、既設舗装に良好な走行性を回復させ、構造的な欠陥を補修することによって舗装の寿命の延長を図ることにある。本報告では、幾多の実験を行った結果を提示するとともに、リフレクションクラックの発生機構を概説し、一般国道175号において試験施工を実施した状況について中間報告を行い、アスファルトコンクリートのオーバーレイ工事における、ジオテキスタイルの役割について説明する。

2. オーバーレイ・クラックの発生機構

オーバーレイにおけるリフレクションクラックの発生には次のような原因が挙げられる。

- (1) 重交通荷重の作用によって曲げ疲労が生じ、これは支持層の局部的な破壊あるいは下層舗装内に存在するクラックに集中する傾向がある。
- (2) 既設舗装が特にコンクリート舗装の場合、気温変化による熱ひずみが生じ、これがオーバーレイ層に伝達される。
- (3) 下層舗装内の不連続部分（継ぎ手やクラック）の微小変位が交通荷重によってオーバーレイ層に伝わる。特に下層舗装部がねじれている場合に大きい。

2-1 布理論

リフレクションクラックの発生を遅らせる機能については多くの考え方がある。その理論を列挙すると次

のようである。

1) 応力緩和機能理論

この理論によると、ジオテキスタイルはアスファルト、タックコートの貯留源として作用し、タックコート内に浸入してくるクラックを防止する効果を持つ延性物質を形成する。これがクラックの先端部に集中する応力を分散させ、クラックの進行を遅らせるものと考えられる。

2) 滑り理論

この理論は、大きい応力が既設の下層舗装盤よりオーバーレイ層への伝達する前にジオテキスタイルとの接触面においてせん断破壊するという仮定である。

また特に、RCPがアスファルトコンクリートでオーバーレイされるような場合には、温度や湿度の変化により舗装版に発生する引張り応力に起因するクラックに対して主に適用される。

3) 引張り補強理論

コンクリート構造物の引張りの鉄筋の補強と同様な考え方によってジオテキスタイルオーバーレイに補強効果を与えるというものである。

4) 防水効果

ジオテキスタイルは一般にオーバーレイ層をより不透水性にするものと考えられており、これによって路床や下層路盤は水理作用による劣化を受けない。また局部的なねじれが少なくなり、全体的に曲げ疲労を減少させることができる。すなわち防水層を形成するという論理で最も有力視される。

詳述すると、リフレクションクラックは一般に下層のアスファルトあるいはRCPの動きから発生する。この動きは、走行交通荷重の大きさおよび通過車両数と熱ひずみの大きさ、周期、頻度によって定まる。走行荷重による曲げ作用は局部的な弱点や下層のクラック点、RCPスラブ間の継ぎ手に発生する。

*もんどり きよかず 建設省近畿地方建設局近畿技術事務所 工務課長

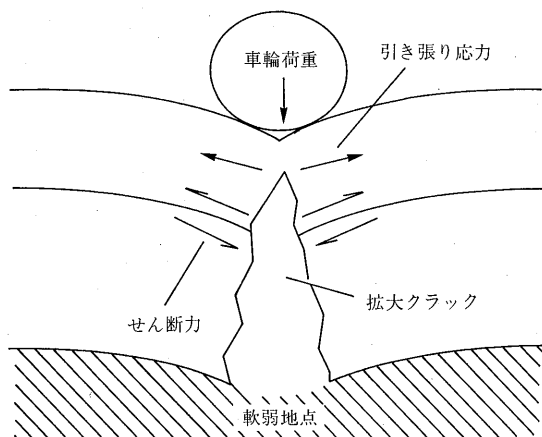
**ほりた みのる 建設省近畿地方建設局近畿技術事務所 工務係長

降雨水はジョイントやクラックを通して路盤内に浸入し、排水設備が十分でない場所では、車両荷重によるクラック端の曲げ作用により、ポンピング（吸い上げ作用）を発生する。その結果、微粒子土を排出し、路盤層が浸食され空洞部が形成される。さらに隣接するスラブ間の継ぎ手では曲げが大きくなり、図-1に示すようにオーバーレイ内にクラックが発生することになる。したがって理想的には完全な防水機構が必要である。

構造上の局所的な弱体部では図-2に示すような引張り応力を生じて、下層舗装部にクラックを発生する。この下層路盤部の変位はアスファルト層との接触面でせん断力となって現れ、オーバーレイ内に引張り応力を発生する。

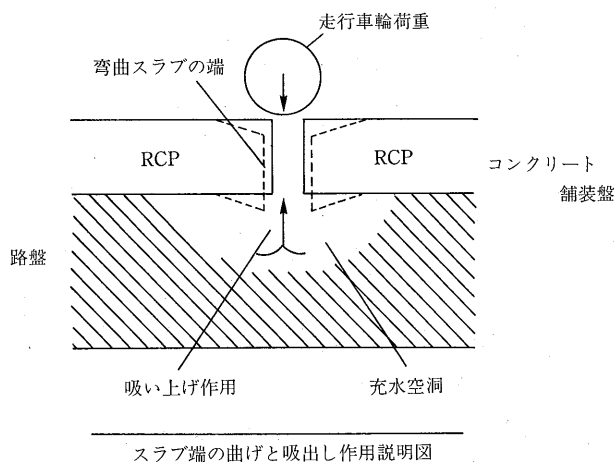
舗装版に生じる熱ひずみは2種類ある。軸方向変位を生じる季節的な温度変動と、毎日の温度差がある。図-3(a)が路盤の温度ひずみ図である。これが縦方向の温度勾配による熱ひずみを発生させ、スラブにねじ

れを生じさせる。図-3(b)のように、その大きさは温度の変動量と舗装の寸法や熱拡散係数によるが、いずれもオーバーレイ層内に引っ張り応力が生じる。



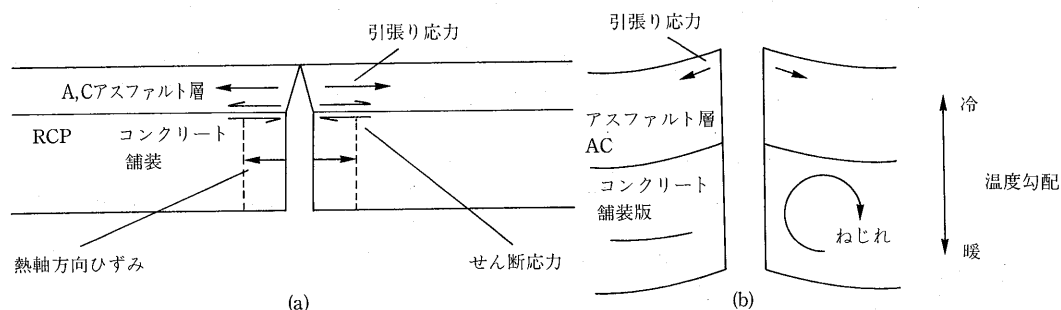
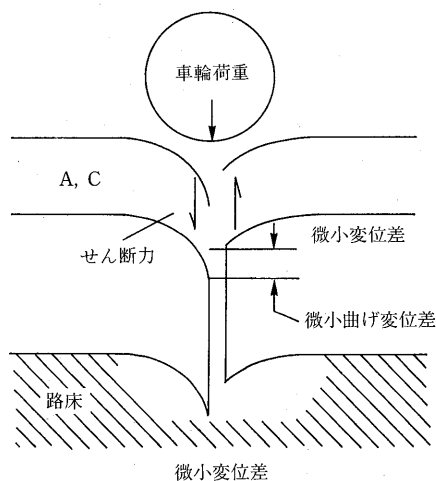
構造的な軟弱地域上の曲げはACオーバーレイに引張り応力を発生する

図-2 ACオーバーレイ引張り応力発生



スラブ端の曲げと吸出し作用説明図

図-1 路面劣化作用



(a)温度変化は軸方向ひずみを生じ (b)曲げひずみおよびねじれはACオーバーレイ中で引張り応力を生ずる

図-3 路盤の温度ひずみ、ねじれ

温度差の定義であるが、これは過去30年間の平均から、最高温度と最低温度の差より決定される。激しい温度差を持つ気候では、熱ひずみを防止することが困難ではあるが、工法によっていくらかは防止することができる。

2-2 ジオテキスタイルを用いたオーバーレイ

ジオテキスタイルを有するオーバーレイが施工には次の3種の形式大別される。

(1) 第1形式

これは図-4に示すように、既設舗装上にジオテキスタイルを敷設し、2.5cm~7.0cmのアスファルト層を施工するもので、最も一般的に行われている。

テキサス道路局の説明では、布の無いときには3~4年でクラックが発生するが、布の中間層のあるときは8~10年延びるといわれている。

(2) 第2形式

ジオテキスタイルの下に2.5~3.1cmの敷均しアスファルト層を施工し、ジオテキスタイルの上は第1形式と同様のアスファルト層を施工する工法である。ジオテキスタイルの位置としては、経験と実験から全体のアスファルト層厚の下から1/3に置くのがよいことが示されている。クラックの発生遅延効果は5~10年あるといわれている。

(3) 第3形式

これはRCP既設舗装の再生工法に主として使用されるものであり、1982年以降カリフォルニア道路局で成功し使用されている。RCP既設舗装盤を1.2×1.8mの大きさに粉砕し締め固めた後、厚さ3cmのアスファルト基礎層を施工し、その上にジオテキスタイルを敷設した後、7.5cm厚の表層アスファルトを設ける工法である。RCPスラブの除去以外に方法がないほど疲労破壊した舗装でも再生することができるということである。但し本工法は、温度変化やクラックの粉砕度、

破壊までの耐用年数、工事費などについて考慮して行う必要がある。

3. 室内実験

実験に使用したジオテキスタイルは市販の不織布である。3種類のヒートボンド不織布とその他はニードルパンチ不織布である。アスファルト・オーバーレイ工法について、最適タック量、機械油保有量、アスファルト保留量、クラック発生試験、クラック発生後の曲げ試験および透水試験を行った。同時にジオテキスタイルを有さない供試体についても比較のため試験を行った。

3-1 最適タック量試験

ジオテキスタイルを用いたオーバーレイ工法が成功するためには、アスファルト層と既設舗装にジオテキスタイルがよく接着することが必要である。ジオテキスタイルの場合タックコートは布下面より浸入し、さらにオーバーレイ層の下面に接着するように十分なタックコートの量が必要である。このため次の条件がある。(1)タックコートはジオテキスタイルに十分しみ込むように、一定時間の間、液体状態であること。(2)ジオテキスタイルがスポンジ効果をおこすために、タックコートが液体である間に圧縮力を与える必要がある。このために熱と圧力を加える。熱はオーバーレイ合材(加熱アスファルト混合物)の熱、既設舗装からの熱、外気温、舗装を実施するときの風速などを考慮しておく。所要圧力は、混合物の自重とローラーによる圧縮力である。

実験におけるジオテキスタイルの飽和量の測定にあたっては、現場の最悪条件を想定することが肝要である。

今回の実験では、図-5に示すように、直径10cmのマーシャル試験用のモールドを使用し、低盤上にアル

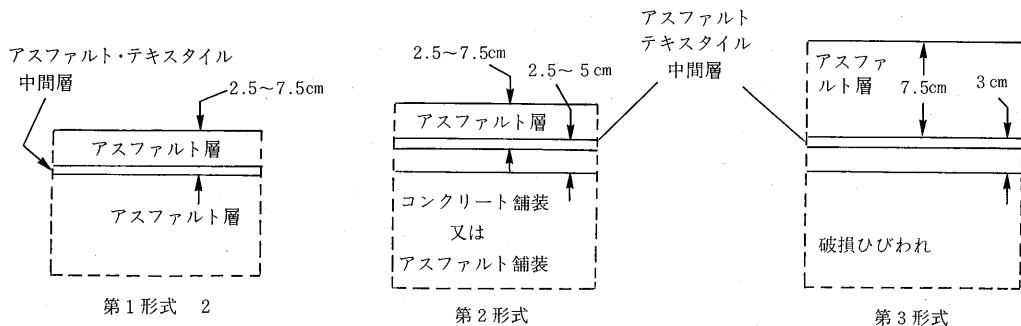


図-4 オーバーレイ形式

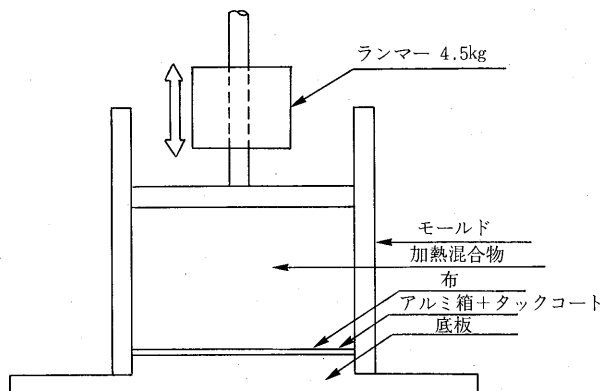


図-5 最適タックコート量試験装置

ミ箔を、その上にタックコート材を適当量均等に塗布して冷却した後、ジオテキスタイルを敷設した。さらにその上に145℃に加熱したアスファルト混合物をいれ、4.5kgfのランマー（落下高さ45cm）で75回突き固める。

次に常温に下がるのを待って、アスファルト混合物からジオテキスタイル試験片を静かにはがし、付着面を2.5mm×2.5mmの升目に区切り、タックコート材のしみ込んだ面積との比率で表すことにした。

こうして求めたアスファルト浸透面積率が100%となる点を推定し、最適タックコート量とした。

3-2 アスファルト保留量試験

ジオテキスタイル自身が保留できるアスファルト量とアスファルト熱による面積変化を調べる方法で、テキサス道路局が開発したものでアメリカで標準的に使用されている。ジオテキスタイル試料を乾燥させて0.1gfまで計量し、135±2℃のアスファルトの中に30分間ひたす。その後、同温度の乾燥槽の中で30分間放置し、余分なアスファルトを滴下させる。さらに25±2℃の乾燥炉で約1時間乾燥させて試料重量を測定する。次にアスファルトを全量溶出させ、供試体を乾燥させた後面積を測定する。そこでアスファルト保留量は次式で求められる。

$$\text{アスファルト保有量 (kg/m}^2\text{)} = \frac{\text{アスファルト重量}}{\text{試験後の供試体面積}}$$

$$\text{面積変化率 (\%)} = \frac{\text{試験後の供試体面積}}{\text{試験前の供試体面積}} \times 100$$

3-3 機械油保有量試験

これはジオテキスタイル自身の油類の保有能力を調べる試験である。テキサス法は圧縮力やアスファルト自身やこれによる熱を考慮していない。そのうえジオテキスタイルは135℃の炉の中で大きく収縮する等の欠

点がある。このためにFHWA（アメリカ連邦道路局）では機械油保有量試験を開発し、これらと最適タック量との相互関係について調査した。図-6に示すような鉄板の斜面をつくり、10×25cmのジオテキスタイル試料21℃の20Wモータオイルの中に2分間ひたした後、この鉄板の上に置き、3350gfの鋼製の円筒を斜面に沿って6回転させることによって余分なオイル分を取り除く。試験片に残ったオイル量を測定して機械油保有量とする。ただしこの結果には、タックコートがジオテキスタイルの表面の間隔を充填するための量の0.27 l/m²を含んでいる点に注意する必要がある。

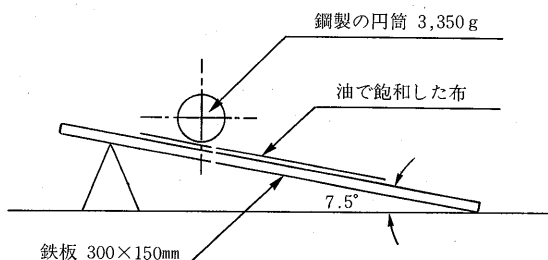


図-6 機械油保有量試験装置

3-4 リフレクション・クラック試験

通過車両の繰り返し荷重により、下層路盤中のクラックの先端には応力集中が生じ、曲げ疲労リフレクション・クラックが発生する。

試験に使用する供試体は、図-7のとおりである。

クラック発生試験装置は、図-8のとおりである。

供試体低部に路盤の役目をするゴム板を設置し、供試体の両端は固定支持する。クラック発生試験条件は、表-1のとおりとした。

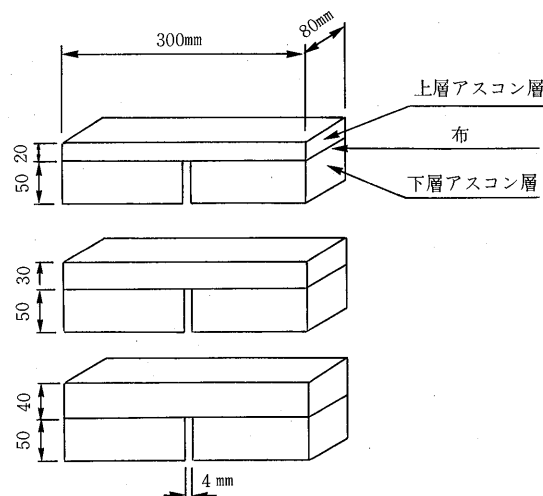


図-7 クラック発生試験供試体

3-5 曲げ試験とクラック発生後の透水性試験

アスファルト混合物とジオテキスタイルを有する場合の曲げ強度への影響を調べる。図-9のような2点支持、1点载荷の曲げ試験を行った。また曲げ試験後のクラックの発生した部分の防水性について調べるため、図-10に示す透水試験を行い、透水係数を求めた。

上記の全ての試験に使用したジオテキスタイルおよびアスファルト混合物は、表-2から表-6に示す。

4. 実験結果

4-1 最適タック量試験の結果は表-7と図-11のとおりである。

4-2 アスファルト保留量試験

試験結果は表-8のとおりである。ジオテキスタイル試料の内テラム1000については、熱によって繊維が破壊され試験不能であった。

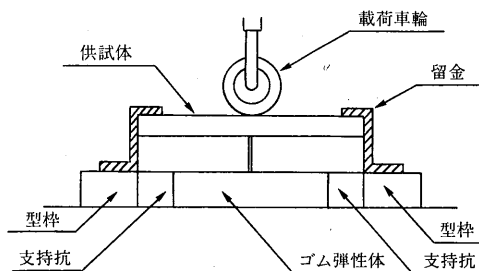


図-8 クラック発生試験装置

表-1 クラック発生試験条件

項目	条件
WT試験機	チェーン駆動定速式
試験輪	ソリッドΦ=15cm 幅=5cm
試験輪ゴム硬度	20℃ 83 60℃ 78
試験輪軸荷重	100kgf
試験輪軸走行速度	50回/分
試験温度	25℃

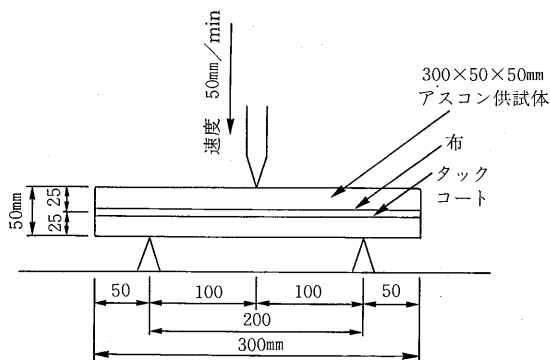


図-9 曲げ試験装置

4-3 機械油保有量試験

試験結果は、表-9のとおりである。

4-4 クラック発生試験

試験結果は表-10のとおりである。

下層の厚さは5cmの一定とした。ジオテキスタイルを有する場合は無い場合に比べて、1.5~3倍となつて

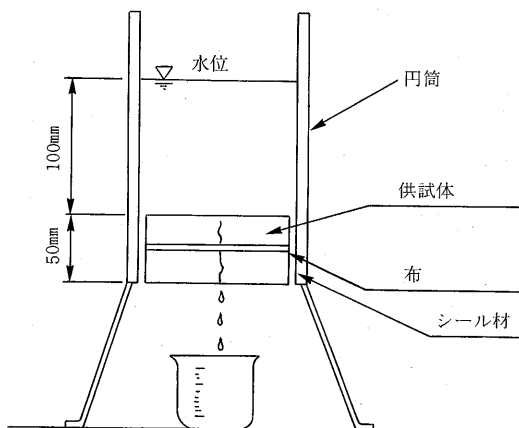


図-10 透水性試験装置

表-2 ジオテキスタイルの性状

布の種類	特性	色	厚さ mm	重量 g/m ²	引張強度 kgf/cm	変形係数 kgf/cm	製造法
A	リーパブ	白	0.58	113	7.8	47.5	ヒートボンド
B	リメイ	白	0.37	57	6.1	35.0	ヒートボンド
C	テラム1000	白	0.74	213	7.2	41.4	ヒートボンド
D	ベトロマット	黒	0.87	129	7.9	11.0	ニードルパンチ
E	T-13	白	1.28	150	7.3	5.2	ニードルパンチ
F	T-21	白	1.79	239	10.1	13.2	ニードルパンチ
G	テラムNP4	白	2.68	192	8.6	12.0	ニードルパンチ

表-3 ストレートアスファルトの性状

アスファルトの種類	60-80
針入度 25℃, 100g, 5scc, 1/10mm	69
軟化点 ℃	48.0
伸度 15℃, cm	150(+)
トリクロエタン可溶分 %	99.88
引火点 ℃	346
比重 25℃	1.029

表-4 使用材料

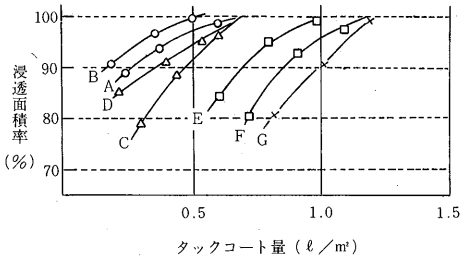
材料名	産地または製造者	材質
6号碎石	新潟県胎内川産	玉砕(砂岩)
7号碎石	〃	〃
中目砂	新潟県中条産	砂丘砂
粗砂	新潟県胎内川産	川砂
石粉	新潟県市赤谷産	石灰岩石粉
アスファルト	日本石油(株)四日市工場	60/80

表— 5 使用骨材の物理性状

項 目	6 号 石	7 号 石	粗 砂	中目砂	石 粉
粒 度 (%)	20	100			
	13	99.4	100		
	5	15.9	87.2	99.0	
	2.5	0.6	10.8	77.0	100
	0.6		0.3	29.4	87.0
	0.3			11.0	22.0
	0.15			3.3	1.2
	0.074			1.8	0.8
比重	表 乾	2.656	2.630	2.594	2.582
	積	2.630	2.593	2.550	2.553
	見 掛	2.699	2.693	2.665	2.629
吸 水 量	0.97	1.42	1.69	1.14	
スリヘリ減量	16.3				

表— 6 混合物の配合と特性

混合物名	材 料 配 合 比					マーシャル特性値				
	6号	7号	粗砂	細砂	石粉	アス	密 度	空隙	安定度	フロー
密度(13)	40.5	10.4	26.4	11.8	5.2	5.7	2.377	3.5	1.165	28



図—11 最適タックコート量試験結果

表— 9 機械油保有量試験結果

布の 種類	試験前 (g)	試験後 (g)	保有量 (g)	換 算 値 kg/m²	換 算 値 l/m²	平 均 l/m²
A	3.7	15.2	11.5	0.46	0.54	0.54
	3.4	14.7	11.3	0.45	0.53	
B	2.4	8.2	5.8	0.23	0.28	0.28
	2.6	8.7	6.1	0.24	0.28	
C	3.4	16.0	12.6	0.50	0.59	0.57
	3.3	14.9	11.6	0.46	0.54	
D	3.8	23.0	19.2	0.77	0.90	0.99
	4.0	26.7	22.7	0.91	1.07	
E	4.1	31.9	27.8	1.11	1.30	1.24
	3.9	29.0	25.1	1.00	1.18	
F	5.5	41.0	35.5	1.42	1.67	1.70
	5.7	42.5	36.8	1.47	1.73	
G	5.8	41.5	35.7	1.43	1.68	1.71
	6.0	42.7	36.7	1.47	1.73	

表— 7 最適タックコート量試験結果

布 種類	No.	アスファルト使用量		アスファルト浸透面積率			最 適 タック 量 l/m²
		材 料 g	単位当り使用量 g/m²	不良 数 個	不良面 積率%	浸透面 積率%	
A	1	1.9	242.0	0.24	34	10.8	89.2
	2	3.0	382.2	0.37	19	6.1	93.9
	3	4.8	611.5	0.59	4	1.3	98.7
B	1	1.5	191.1	0.19	28	8.9	91.1
	2	2.7	343.9	0.33	10	3.2	96.8
	3	4.0	509.6	0.50	0	0.0	100.0
C	1	2.4	305.7	0.30	65	20.7	79.3
	2	3.6	458.6	0.45	36	11.5	88.5
	3	4.8	611.5	0.59	11	3.5	96.5
D	1	1.9	242.0	0.24	45	14.3	85.7
	2	2.6	331.2	0.32	27	8.6	91.4
	3	4.4	560.5	0.54	14	4.5	95.5
E	1	4.9	624.2	0.61	48	15.3	84.7
	2	6.4	815.3	0.83	13	4.1	95.9
	3	7.9	1006.4	0.98	2	0.6	99.4
F	1	5.8	738.9	0.72	60	19.1	80.9
	2	7.1	904.5	0.88	22	7.0	93.0
	3	8.9	1133.8	1.10	7	2.2	97.8
G	1	6.6	840.8	0.82	61	19.4	80.6
	2	8.2	1044.6	1.02	29	9.2	90.8
	3	9.6	1222.9	1.19	3	0.9	99.1

表— 8 アスファルト保留量試験結果

布の 面積	試験前		試験後		アスファルト保留量			面積変化率	
	重さ	面積	重さ	面 積	試験布	換算値	平 均	試験布	平 均
	g	cm²	g	cm²	g	g/m²	l/m²	%	%
A	3.0	200	14.3	200.0	11.3	565	0.549	100.0	100.0
	2.8	200	12.8	200.0	10.0	500	0.486	100.0	
	2.9	200	13.5	200.0	10.6	530	0.515	100.0	
B	2.1	200	9.8	196.0	7.7	393	0.382	98.0	98.0
	2.1	200	10.5	196.0	8.4	429	0.416	98.0	
	2.1	200	8.8	196.0	6.7	342	0.332	98.0	
C	2.6	200		測定不能					
	2.7	200							
	2.5	200							
D	3.3	200	32.2	159.1	28.9	1816	1.765	79.6	70.6
	3.2	200	破 損					1.78	
	3.5	200	26.3	123.1	22.8	1852	1.800	61.6	
E	3.3	200	42.1	196.0	38.8	1980	1.924	98.0	98.0
	3.3	200	37.6	198.0	34.3	1732	1.684	99.0	
	3.3	200	37.7	194.0	34.4	1773	1.723	97.0	
F	4.2	200	51.8	198.0	47.6	2404	2.336	99.0	96.5
	4.5	200	42.5	180.1	38.0	2010	1.053	94.0	
	4.1	200	44.8	192.1	40.7	2110	2.050	96.0	
G	5.5	200	52.4	186.2	40.9	2510	2.448	93.1	90.9
	5.1	200	47.0	182.4	41.9	2297	2.232	91.2	
	5.3	200	39.8	176.7	34.5	1952	1.897	88.4	

いる。またタックコートを変化させた供試体（番号2，3，4）についてみると，最適タック量の場合（0.7 l/m²）が最もクラックの発生が遅く，ジオテキスタイ

ルを使用する場合には最適なタック量の決定が耐久性の向上に非常に重要であることがわかる。なおタックコート量が0.3 l/m²の場合には接着状態がばらつき，クラックの発生が一定しないため集計から除外してい

表-10 クラック発生試験結果

布の種類		A					B	C	D	E	F	G	布無し		
供試体厚さ	cm	2	3				3	3	3	3	3	3	2	3	3
タックコート量	1/m ²	0.7	0.5	0.7	0.9	0.7	0.5	0.7	0.7	1.0	1.2	1.2	—	—	—
低面クラック発生時走行回数 (回)	1	1,168	4,408	6,430	6,310	10,790	2,920	5,630	5,916	3,824	6,188	5,430	438	1,150	5,673
	2	980	5,686	5,757	6,768	8,622	4,604	4,824	3,936	3,223	4,094	6,102	838	2,467	6,084
	3	998	6,520	7,148	5,048	6,664	2,940	4,478	3,284	2,940	6,920	5,946	382	2,611	7,515
	平均	1,049	5,538	6,445	6,042	8,692	3,488	4,977	4,379	3,329	5,734	5,826	553	2,076	6,242
クラック貫通時の走行回数 (回)	1	1,226	4,808	7,858	7,402	11,332	4,251	6,822	7,044	4,821	8,347	6,046	1,340	5,818	7,288
	2	1,010	6,870	7,274	8,756	9,622	6,230	5,208	5,966	3,974	5,850	7,427	1,182	3,208	7,630
	3	1,116	8,584	8,168	6,226	7,142	5,091	5,848	4,002	4,092	7,420	6,951	708	4,618	8,434
	平均	1,117	6,784	7,764	7,461	9,365	5,191	5,959	6,004	4,296	7,206	6,808	1,077	4,548	7,783

る。

オーバーレイの厚さを変化させた場合のクラック発生状況は、図-12のとおりである。特にオーバーレイ厚さが3 cmのジオテキスタイルを有する供試体のクラック発生期は、厚さ4 cmのジオテキスタイルを敷設しない供試体の結果に匹敵する値を示しており、ジオテキスタイルの使用によりオーバーレイ厚さを低減させることが可能であることを示している。クラック発生後、クラックが上面まで達する荷重回数は、図-13の

とおりであった。

4-5 曲げ試験とクラック発生後の透水試験

アスファルト混合物の脆化点と考えられる0℃において行った曲げ試験の結果は、図-14のとおりとなった。

曲げ強度はジオテキスタイルの種類や有無に関係なく、一定した値であった。しかし、曲げ破壊後の挙動については大きく異なり、ジオテキスタイルの無いものは急激に強度が低下するが、有するときには破壊後

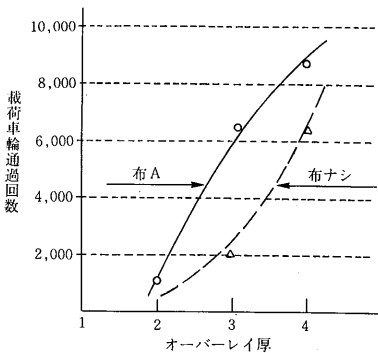


図-12 厚さの異なるオーバーレイのクラック発生試験結果

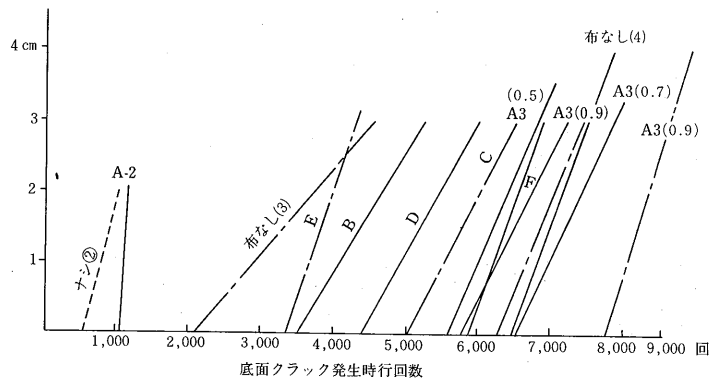


図-13 クラック発生回数

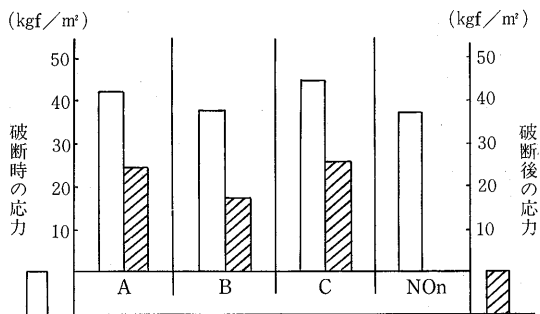


図-14 曲げ試験による応力

も一定の強度を保持していた。このことはジオテキスタイルによってクラック発生後の粉碎化の時期を遅らせ、走行性を維持することができることを示している。

次に破壊後のクラックの発生した供試体の透水試験結果は、表-11のとおりとなった。

ジオテキスタイルの有無によって透水係数は大きく異なり、ジオテキスタイルがクラック発生後も遮水効果を有していることを示した。この性質はオーバーレイにおいて非常に重要な性質である。

表-11 クラック発生後の透水係数

	A	B	C	Non
透水係数 (cm/scc)	7.3×10^{-7}	7.8×10^{-6}	7.3×10^{-7}	4.4×10^{-2}

5. オーバーレイ試験施工

5-1

ジオテキスタイル（リーパブ）を使用して、クラックの発生激しい一般国道において、ジオテキスタイルによる厚6cmのオーバーレイ試験施工を行った。

施工場所は河川堤防上のアスファルト舗装道路で舗装表面に多数のクラックが発生していた。この地点の交通量と8612台/日（大型車交通量、1962台/日）である。冬季にはスパイクタイヤやタイヤチェーンの装着車も通過するが、路面のわだち堀れは大きくなく、ひび割れの多いところである。工事区間は幅3.5m、延長300mでこのうち180mをA工区、残り120mをB工区とし、A工区にはタックコートにストレートアスファルトを使用し、その上にジオテキスタイルを敷設してオーバーレイを行い、B工区はアスファルト乳材によるタックコートを施しただけでオーバーレイを行った。

5-2 ジオテキスタイルの敷設方法

(1) タックコート量

施工に先だって行ったマーシャル試験用モールドに

よるタックコート試験結果では、最適タックコート量が 0.71 l/m^2 であったが、モールドの低板の代わりに現場の舗装より採取したコアーを使用して再度タックコート量試験を実施した結果、最適タックコート量は 0.81 l/m^2 となったので、施工にはこの値を採用した。

この両者の試験結果が異なったのは、既設路面に凹凸があり、表面が多少劣化していることによると思われるが、アメリカでは表面の隙間空気を除くため最適タックコート量に約 0.271 l/m^2 のアスファルトを増加したものを使用している。

(2) ジオテキスタイルの敷設

タックコート散布後、直ちに専用敷設機を用いてできるだけシワの生じないようにジオテキスタイルを敷設した。敷設機に取り付けたほうきでシワを除去し、シワの発生した箇所では直ちに補修を行った。さらにジオテキスタイルの敷設後は、できるだけ早くタイヤローラを走行させて接着を図った。この時点ではジオテキスタイルの表面にタックコートのにじみ出しはほとんど見られなかった。またタックコートが充分固化した後にジオテキスタイルを敷設し、アスファルト合材の熱とローラによる接着を実施するのが良策であることがわかった。

(3) 施工継目

1枚目のジオテキスタイルと2枚目の継目（横断方向の継目）車両進行方向に向かって手前が上になるように30cm重ね合わせるによって行った。布と布はストレートアスファルトで接着したが、むしろ重ね合わせはできるだけ少なく約15cm程度とする方がよいようである。

5-3 追跡調査

舗装の状況を毎年2回程度追跡調査することとし、路床路盤の支持力、ひび割れ率、たわみ量について行ったが、ここではひび割れ率とたわみ量について説明する。

(1) ひび割れ率

施工前、1年後のひび割れ率の結果は、表-12のとおりである。

上段に示したようにひび割れ率で比較すると、A工区では最大53.3%、最小6.7%で平均30%であった。B工区では最大45%、最小0%で平均14.8%となっている。

B工区の方がひび割れ率は小さかった。さらに1年後の状態を観測した下段に示されている結果を見ると、A工区ではなんら変化が生じていないが、B工区では

表-12 1年後のクラック発生調査

A 工 区	測 定 位 置 (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
	施工前ひび割れ率 (%)	53.3	39.2	35.8	53.3	38.3	35.8	22.5	32.5	33.3	30.0	33.0	25.8	25.0	7.5	6.7	20.8	23.3	24.2	
	1年後 "	0.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

B 工 区	測 定 位 置 (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
	施工前ひび割れ率 (%)	20.3	12.5	4.2	10.8	1.7	9.2	1.7	22.5	40.8	45.0	0.0	7.5	
	1年後 "	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	9.2	0.0	0.0	

すでにひび割れが生じている。

(2) たわみ量

結果は、図-15のとおりである。オーバーレイ施工後に5t輪荷重による道路のたわみをベンゲルマンビームを用いて測定し、1年後にも同様の測定を実施した。

現段階ではジオテキスタイルの有無が舗装のたわみ量に対して顕著な影響を示していなかった。

今後も観測を行う予定である。

6. まとめ

ジオテキスタイルを有するオーバーレイを行う場合、次のようなことが言えるようである。

(1) 既設の舗装内に発生しているクラックが、オーバーレイ舗装中にリフレクション・クラックとして発生

するのを遅らせることができる。

(2) 既設舗装内の温度変化あるいは湿度変化によるひずみを低減させることができる。

(3) リフレクション・クラックが発生しても遮水効果が持続し、舗装の耐久性を維持し、路盤路床の劣化作用を防ぐことができる。

(4) リフレクション・クラックの発生後も、舗装体の曲げ強度が極端に低下することを防止する。このため舗装体の粉碎化を防ぎ、良好な走行性を維持することができる。

(5) ジオテキスタイルを用いたオーバーレイを行う場合、既設舗装とジオテキスタイルあるいは上層アスファルトとジオテキスタイルを密着させ、一体として機能するために、最適なタックコート量で施工することが必要である。

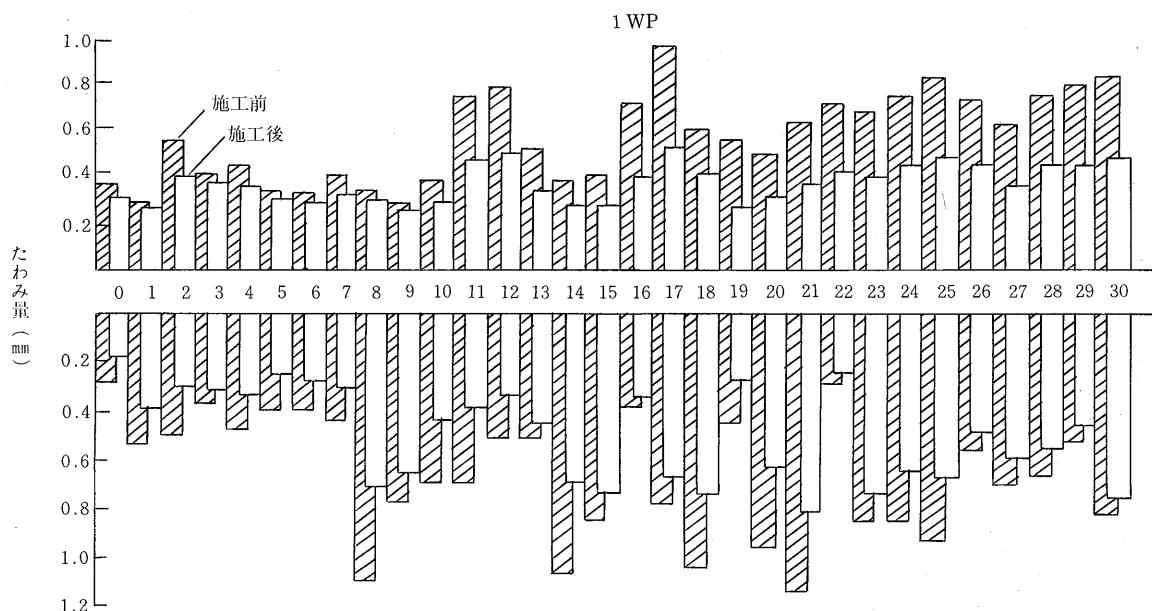


図-15 施行前後の各測点におけるたわみ量の比較

タックコート量とジオテキスタイルの種類,あるいはアスファルト合材やオーバーレイ厚さなど不明な点が数多く残されているが,今後研究を重ねる必要がある。

現在,近畿地建では,ジオテキスタイル中間層を用いたオーバーレイ工法を,一般国道24号(RCP)京都国道管内においても昭和62年12月に試験施工を実施した。

63年度中に追跡調査を行う予定である。

63年度は,パイロット事業で一般国道2号,姫路工事事務所管内。一般国道163号奈良国道管内で実施しているところである。

最後にこの研究に御協力,御指導いただいた山岡一三関西大学教授をはじめ関係各位に深く感謝の意を表します。

— 参考文献 —

- 1) 山岡一三 西形達明:土木繊維,森北出版 1984
- 2) 森田定市著:応用土質基礎工学誌(上)(下)東海大学出版会
- 3) 広田泰久,浦上康文,西川隆晴,原富男:ジオテキスタイルを用いたオーバーレイの耐久性について第30回土質工学シンポジウム
- 4) 山岡一三,田中茂,西形達明:ジオテキスタイルの試験法について,第30回土質工学シンポジウム
- 5) 松園学,成田信晴,山本米洋:不織布を用いたオーバーレイの効果と問題点,第17回日本道路会議論文集
- 6) 辻悟,松園学,吉原武志,伊藤憲治:ジオテキスタイルによるオーバーレイ舗装について,第17回日本道路会議論文集
- 7) 山岡一三 西形達明:ジオテキスタイルの強度試験,土木学会第41回年次学術講演会
- 8) 田中信昭,吉原武志:ジオテキスタイルによるオーバーレイ舗装,昭和61年度技術管理業の成果概要,

近畿地建,近畿技術事務所

- 9) Smith, R.D.: Laboratory testing of fabric interlayers for asphalt concrete paving, California Department of Transportation, 1984.
- 10) Hannon, J., J. Miner and M. Donahne: AC overlay strategies for PCCP pavement using asphalt saturated textiles, 1982.
- 11) T. S. Butkowski and FHWA: Reduction of Reflective Cracking in Asphaltic Concrete Overlays of Rigid Pavement, 6, 1985.
- 12) FHWA: Developed in Conjunction with National Experimental and Evaluation Program Project, No.10, "Reducing Reflection Cracking in Bituminous Overlays", 9, 1982.
- 13) FHWA: Reducing Reflection Cracking in Bituminous Overlays Final Summary Report, National Experimental and Evaluation Program Project, No.10, 9, 1984.

☆

☆

☆

☆

☆

☆

工事渋滞と舗装路面冷却による早期交通開放

石倉大幹* 羽山高義**

まえがき

第1次道路整備五箇年計画以来、わが国の道路資本は着実に整備、拡充がはかられてきた。しかし、自動車台数の伸びはそれ以上に目覚ましく、交通混雑は激化の一途にある。特に、最近では自然渋滞、工事渋滞ともに急増の傾向にあり、その対応が急がれている¹⁾。

工事渋滞は、一時的であるがゆえに道路利用者にとっては不意であり、渋滞に巻き込まれた場合には苛立ちを感じやすい。渋滞対策については以前から検討がなされているが、まだソフト、ハードの両面において決め手となる手法、技術は開発されていない。おそらく、今後とも一手段により解決するのは困難であり、各種方策の組み合わせによって対応することになるものと思われる。

本稿では、工事渋滞対策としての舗装路面冷却法²⁾を紹介するが、これに先立ち工事渋滞とその対応策を整理する一方、さらに冷却効果の有限要素法による検討結果を加え、ソフト、ハードの両面から当該方法の有

効性を述べる。

1. 工事渋滞とその対応策

1-1 工事渋滞

(1) 渋滞の定義

渋滞は、一般に、交通需要量が当該地点の交通容量を超過した場合に生起し、その地点を先頭とした低速あるいは停止の車列が形成される現象といわれる³⁾。渋滞の状態は車列長、走行速度、占有率等で判定されるが、項目、基準については各機関異なっており、定義の統一には至っていないようである¹⁾。

(2) 工事渋滞の分類

工事渋滞は、道路の維持修繕および占用工事等に伴い発生するもので、交通規制箇所がボトルネックとなって交通容量が一時的に小さくなるため生ずる。その分類は種々考えられるが、交通規制の方法によって大きく分ければ、下記の2つのタイプに整理できる(図-1参照)

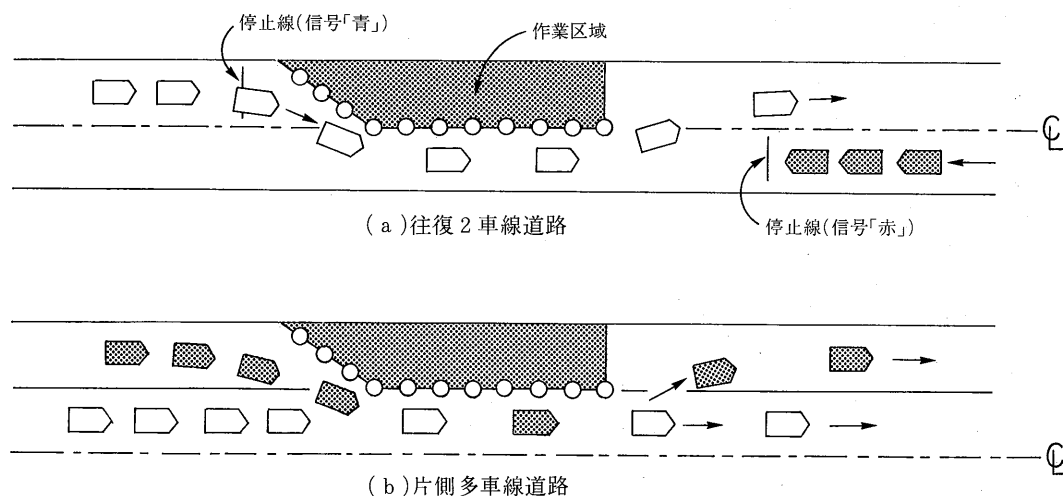


図-1 工事規制に伴う交通渋滞

*いしくら たいかん 日本舗道(株)技術部技術1課長

**はやま たかよし 日本舗道(株)技術部技術1課

① 往復2車線道路（以下、2車線道路）において片側1車線を規制、残り1車線を交互通行に供する場合の渋滞

② 片側多車線道路（以下、多車線道路）において1車線を規制、残り車線を通常通行に供する場合の渋滞

1-2 工事渋滞対策

従来、工事渋滞は「やむを得ないこと」とされがちであった。しかし、最近では走行の遅れをコストに換算する試みもなされており、より積極的な渋滞対策が求められてきている。

現在のところ、あらゆる工事渋滞を解消できるような決定的な手法はなく、複数の手段が組み合わせて用いられているが、一般に採用されている方法を示せば下記のようなものがある。ただし、道路整備の推進、ボトルネック個所の解消、道路交通情報の提供などは交通渋滞全般に係るものであり、ここでは省いた。

《プロジェクトレベルでの対策》

① 朝夕のラッシュ時や昼間時等交通混雑時間帯を避けて施工を行う。

② 工事個所の規制延長を極力短くする。

③ 材料、施工機械、工法等を検討して工事日数の短縮を図る。

《ネットワークレベルでの対策》

④ 行楽期、週末等交通混雑時期を避けて施工を行う。

⑤ 工事の年間平準化により特定時期への集中や、同時多発を避ける。

⑥ 特定個所において一斉集中工事を行い、渋滞発生日数を少なくする。

⑦ 耐久性のある材料、断面を採用し、補修の回数を減らす。

2. 規制タイプ別工事渋滞対策

ここでは、2車線道路と多車線道路とに分けて、プロジェクトレベルでの工事渋滞対策を検討する。

2-1 2車線道路

(1) 工事渋滞のモデル

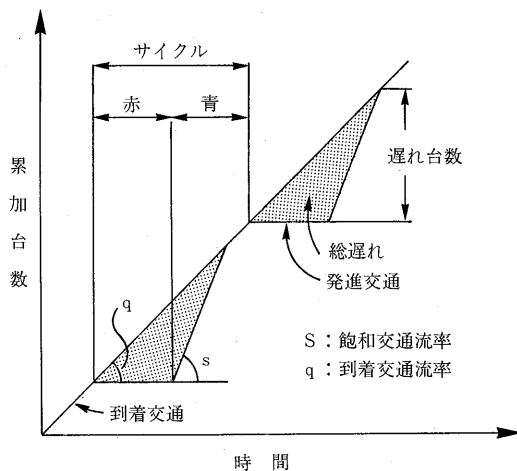
2車線道路における渋滞は、信号交差点における渋滞問題の変形として扱うことができる。

信号交差点における走行の遅れおよび停止台数は、例えば、図-2(a)のモデルで示され、図中の三角形ハッチ部が信号1サイクル当りの1方向総遅れに相当する³⁾。この図から、飽和交通流率 S に比べ、到着交通流率 q が十分小さければ渋滞が生じないことが分かるが、

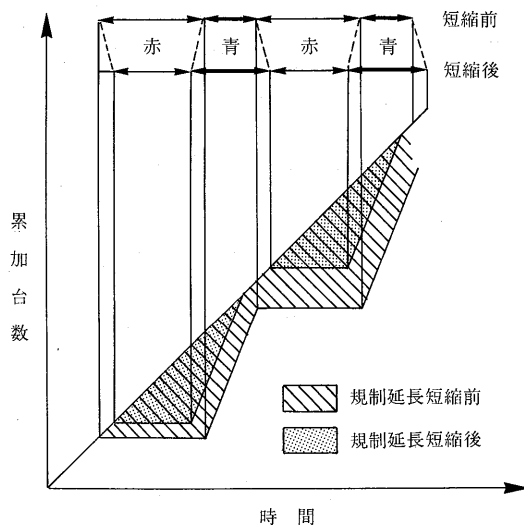
到着交通流率 q が大きくなると遅れが累積し始め、図-2(b)のように渋滞が生ずる。このため、前項でも述べたように交通混雑時期・時間帯を避け工事を行うのが常道となっている。

(2) 工事規制区間の通過時間

交差点信号の現示にはタイムラグがある。これは、発進遅れに伴う発進損失時間と、交差点内に進入した最後の車両が抜け切るのに必要なクリアランス損失時間とがあることによる。前者は2~3秒、後者は4車



(a) 一様到着の場合の遅れ



(b) 規制延長短縮による渋滞緩和

図-2 信号交差点等における走行遅れ

線直角交差の場合で約3秒とされる³⁾。

4車線直角交差点部の長さは横断歩道も加え約20m程度であるので、交差点内の走行速度はおよそ25km/h (20m/3s $\approx$ 7m/s) と考えられる。工事規制区間の車両走行速度は各種条件により異なろうが、一般に徐行意識もはたらくのでこの25km/h程度と仮定し、かつ規制区間の長さを300mとすれば、通過時間(すなわちクリアランス損失時間)は約43秒となる。このようにクリアランス損失時間が長い点で、工事交通規制と信号交差点とは状況が異なる。

(3) 規制延長短縮の効果

工事規制箇所における信号(ランプ表示または旗表示)のサイクルタイムを180秒、損失時間を45秒(発進2秒、クリアランス43秒)とすれば、有効「青」時間は45秒となる(45=180/2-45)。ここで、規制延長を100m短縮すると約14秒損失時間が短くなるので、有効「青」時間は59秒に増やせ、交通容量は31%上昇する。したがって、図-2(b)に示すモデルのように車両の総遅れを低減でき、渋滞を緩和または解消することができる。

以上のことから、2車線道路において規制延長を短くすることは有効な渋滞対策となりえ、実際の現場においてもこの方法が採られることが多い。

なお、通常、上下方向の交通量が異なるため上下方向で有効「青」時間を変えているが、これらも重要な渋滞対策の一つといえる。

2-2 多車線道路

多車線道路における渋滞は、車線合流箇所における渋滞問題の一種として扱うことができる。

このケースの場合、車両は1方向に連続して走行でき、2車線道路におけるようなクリアランス損失はない。したがって、規制区間手前で渋滞列ができて、規制区間に流入してしまえば車両はスムーズに流れ、規制延長短縮の効果は原則的にはないといえる。しかしながら、前述のように規制区間では徐行意識がはたらくものであり、規制延長の短縮があながち無意味とはいえない。

規制区間の走行速度を25km/h (7m/s)、通常区間のそれを40km/h (11m/s)、規制延長を300mとすれば、規制延長を短縮しない場合通過時間は43秒(300/7=43)であるが、規制を100m短縮した場合は38秒(200/7+100/11=38)となって車両のハケが良くなり、渋滞緩和の一助となる。

都内一般国道(片側2車線)の実測例⁴⁾では、規制延

長250m未満の条件で、規制延長が短いほど遅れも少なくなっている。なお、この実測例では平均250mの規制延長で、800台/時・方向までは走行に遅れはないが、900台/時・方向を上回ると遅れが生じ始めると報告している。

3. 工事渋滞対策としての舗装路面冷却法²⁾

3-1 舗装路面冷却の必要性

(1) アスファルト舗装の養生時間

アスファルト舗装は、通常、2次転圧終了(路面温度70~90℃)後路面温度が出来形、品質に影響を及ぼさない温度となった時点で交通開放される。従来、この温度は明確でなかったが、「アスファルト舗装要綱」の63年版では初めて50℃以下という目安が示された。したがって、今後、より厳密な温度管理が必要となるが、夏期高温時にはなかなかこの温度に至らず、場合によっては日没まで交通開放ができないこともあり得る。

図-3は、実測値に合うように修正した簡便式²⁾により、路面温度が80℃から50℃に至る養生時間を気温との関係で求めたものであるが、この図からも、気温が高くなると養生時間が急速に長くなり、気温30℃以上では平均2時間半以上にも及ぶことが分かる。

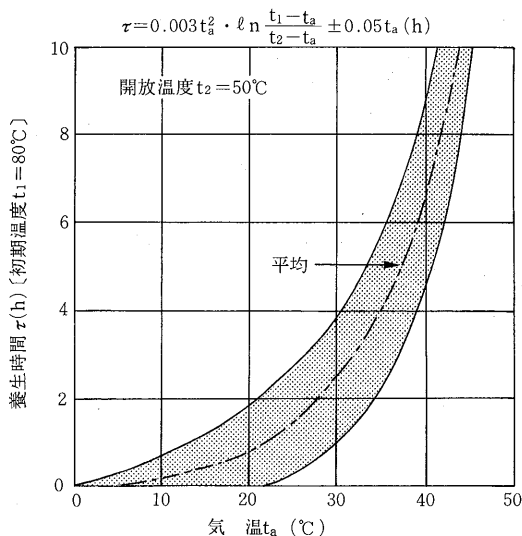


図-3 気温と養生時間の関係(計算値)

(2) 舗装路面冷却の期待効果

わが国の舗装の約95%はアスファルト舗装であり、その養生時間を短縮することは、工事渋滞対策上きわ

めて重要といえる。養生時間の短縮には他の方法も考えられるが、現実的なものとしては舗装路面の冷却があげられ、工事渋滞対策として次のような効果を期待できる。

- ① 移動規制が可能であれば、舗設完了箇所を順次冷却して早期交通開放し、規制延長の短縮が図れる。
- ② 施工終了点部（手前部を含む）を冷却することにより、交通開放時刻が早められ、かつ、規制時間が短縮できる。
- ③ 交通開放時刻が定められている場合には舗設作業の終了を遅くでき、実稼動時間の向上、ひいては工期の短縮、規制日数の削減につながる。

3-2 舗装路面冷却法の開発

(1) 冷却方法の検討

舗装路面の冷却方法として種々のものを考えたが、そのうち費用効果や実用性を勘案して、表-1に示す8種類のものについて試験を行った。

その結果、水の気化熱による水噴霧冷却方式が最も効果的、かつ経済的なものと判断された。水塗布方式も有効であったが、広域冷却には装置面で工夫が必要なのが分かり、試作機製作に留めた。

(2) 開発した冷却装置（サーフェスクーラ）

当初、タイヤローラに水噴霧装置と送風装置を取り付け、実路において用いてみたが、その過程において水の噴霧を継続的に行う必要があること、タイヤローラを往復させたのでは施工路面を乱しかねないことが分かった。そこで、この2点に特に留意し、写真-

1と写真-2の2種類の装置を開発した。

写真-1は、ミスト発生スプリンクラをホースで連結し施工方向に敷設するタイプのもので、冷却面積は

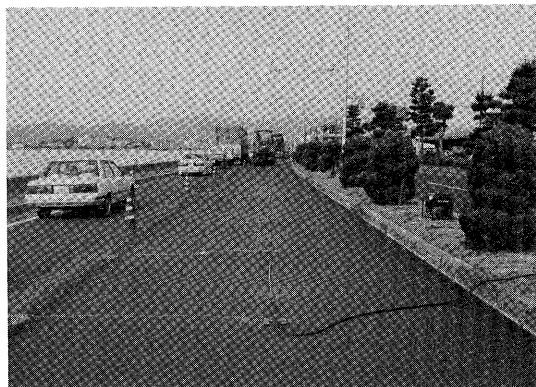


写真-1 布設式冷却装置



写真-2 自走式冷却装置

表-1 試験によって検討した冷却方法

区 分	No.	方 式	具 体 的 冷 却 方 法
水の顕熱および潜熱による方法	1	散 水 方 式	路面に直接散水し、水の温度上昇および蒸発時の気化熱によって冷却を行う方式
	2	水 噴 霧 方 式	蒸発との平衡を保ちつつ水を霧状にして供給し、水の気化熱によって冷却を行う方式
	3	水 塗 布 方 式	No.2と同様にして冷却する方式であるが、水は塗布によって供給する
ドライアイスの顕熱および潜熱による方法	4	冷 気 方 式	ドライアイスの昇華によって生ずる冷気ガス（二酸化炭素）を路面上に供給し冷却を行う方式
	5	粉 状 体 散 布 方 式	粉状にしたドライアイスを路面に散布し、ドライアイスの温度上昇および昇化熱によって冷却を行う方式
	6	塊 状 体 放 置 方 式	ドライアイス塊を直接路面に放置し、ドライアイスの温度上昇によって冷却を行う方式
組合わせによる方法	7	水噴霧+粉状ドライアイス散布	No.2とNo.5を同時に行う方式
	8	水噴霧+白色布敷設	白色布を路面に敷設した上からNo.2の水噴霧を行う方式で、布は日射の遮断を目的とする

ある程度任意に選べ、装置は小型軽量である。写真-2は、ロングアームを前後に装備した自走式のもので、アーム部および腹部にミスト発生スプリンクラを備え、施工と並行しながら路面を冷やすことができ、かつ必要に応じ任意の場所に移動が行える。

3-3 実施状況

敷設式の装置については昭和59年より、自走式のものについては昭和63年より夫々現場供用を開始した。以下、供用実績に基づき実施状況を整理する。

- ① 実施時期……7～9月の昼間工事が大半を占めるが、最近では5、6、10月でも行われることがあり、大都市内では夜間工事にも用いられている。
- ② 適用道路……一般道路の場合は交通渋滞の懸念される都市近郊幹線国道や交差点の多い市街地道路が中心であり、高速道路の場合も、交通量の多い都市近郊路線が多い。
- ③ 適用工種……主として比較的規模の大きな維持修繕工事で用いられているが、2層を1日で施工する新設工事において、下層の早期冷却に採用されたこともある。
- ④ 冷却箇所……一般道路の場合、施工起終点部、交差点部等部分的な冷却が、高速道路の場合、全域的な冷却が夫々多い。
- ⑤ 使用装置……一般道路の場合部分的な使用が多いこと、あまり大きな機械を持ち込めないことから、ほとんどの場合敷設式の装置を用いている。高速道路の場合も当初敷設式のものを使用していたが、施工と並行作業となることが多いので自走式の装置を開発し、以来使用している。

⑥ 冷却効果……気温、天候、風速等の条件によりバラツキはあるが、50℃交通開放条件でおおむね30分～1時間半程度の養生時間短縮効果が確認されている。この時間は、施工速度を2 m/mim とすれば、移動規制により施工を行うとした場合、規制延長を常に60～180m短縮できるということに相当する。また、継続して冷却するので、表面ばかりでなく、内部まで十分冷やすこともできる（図-4）。

⑦ 使用水量……冷却効果同様、気象条件にもよるが、水量のバラツキはほぼ開発初期に整理した水量の範囲（図-5）内にある。

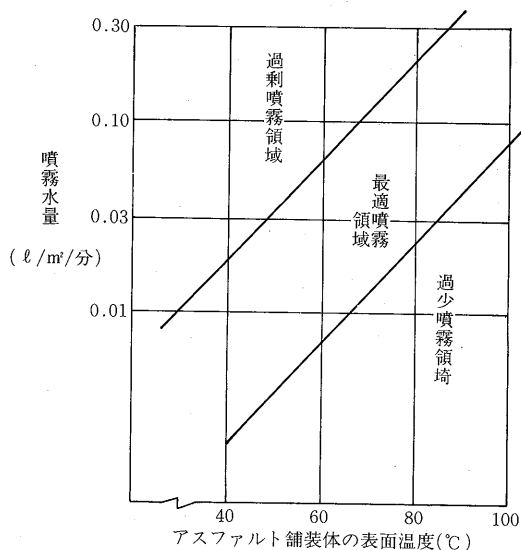


図-5 表面温と噴霧水量の関係

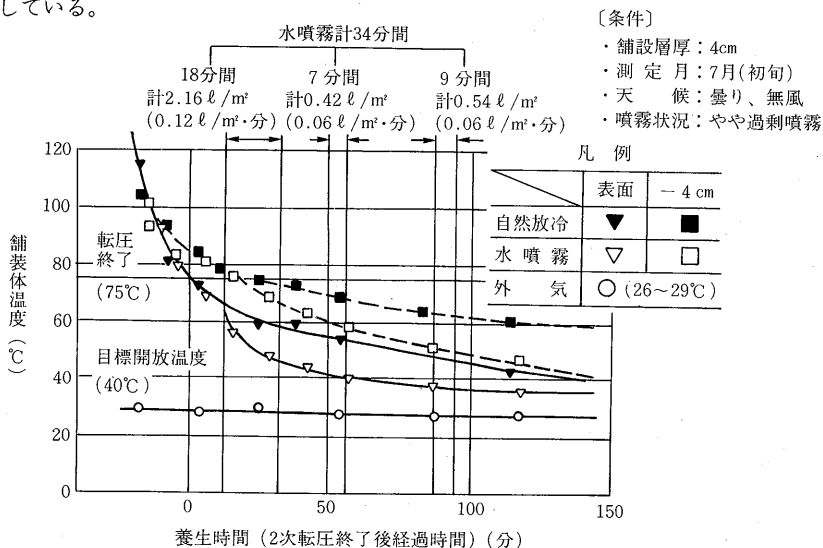


図-4 水噴霧方式による舗設表層の冷却効果

4. 舗装路面冷却の有限要素法による検討

舗装体内の温度変化は非定常熱伝導方程式によって与えられるが、数式による解析は境界条件や初期条件が簡単な場合に限られてしまう。しかし、最近では有限要素法（FEM）を用いることにより、条件が複雑なケースでも数値解析が行えるようになってきている。

ここでは、非定常熱伝導FEMプログラムを用いて舗装路面の冷却効果の簡単な検討を行ったので、その結果を示す。

(1) 計算の条件

ここでは、水噴霧冷却を境界面の突然の温度降下として解析を行った。

計算の条件としては、舗装断面、境界条件、初期条

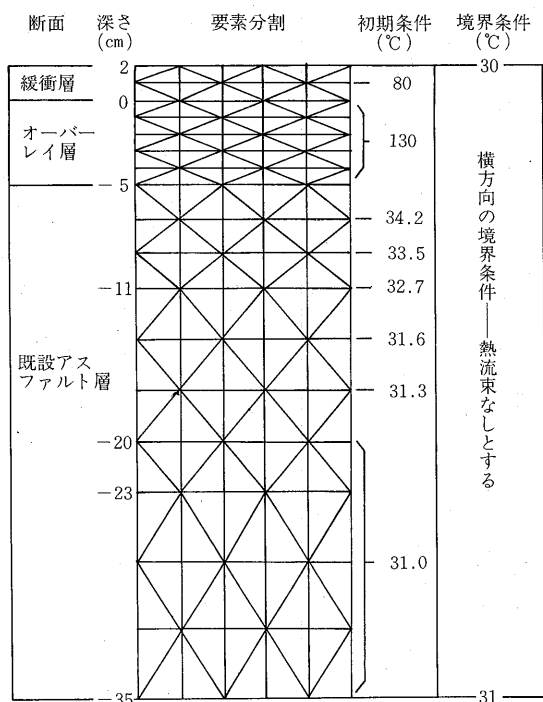


図-6 FEM計算の条件

表-2 構成材料の特性値

特性値	アスファルト混合物	緩衝層
熱伝導率 Kcal/cm min · deg	2.0×10^{-4}	1.0×10^{-4}
密度 kg/cm³	2.35×10^{-3}	1.165×10^{-6}
比熱 Kcal/kg · deg	0.25	0.24
密度×比熱 Kcal/cm³ · deg	5.9×10^{-4}	2.8×10^{-7}

件および要素分割を図-6のとおりとした。また、構成材料の各特性値は表-2で与えた。

ただし、既設舗装の実測地点での内部温度データがなかったため、既設アスファルト層の厚さ（実際は約20cm）および初期条件は仮定値とした。初期条件の仮定は、既設舗装の表面温度（34℃）をもとに、過去のデータ等を参考にして行った。また、緩衝層については、便宜上ある厚さを与えたうえトライ&エラーにより熱伝導係数を定めたが、逆に、熱伝導係数を空気の数値（ 3×10^{-6} Kcal/cm · min · deg）としたうえ厚さを定める方法も考えられる。

(2) 計算結果

計算結果は図-7のとおりであり、自然放冷の実測結果よりやや低めの温度となつてはいるが、実測値に近似した値が得られている。しかし、わずかな温度差が大きな養生時間の違いをもたらす領域の問題であり、結果のズレを小さくするためには、今後、より正しい計算条件を与えて行く必要がある。

この図は、外気温が低くなれば舗装体の温度降下も早くなることを示しているが、気温26~29℃条件での水噴霧冷却は、気温が突然20度降下したのとはほぼ同じ効果があるといえる。

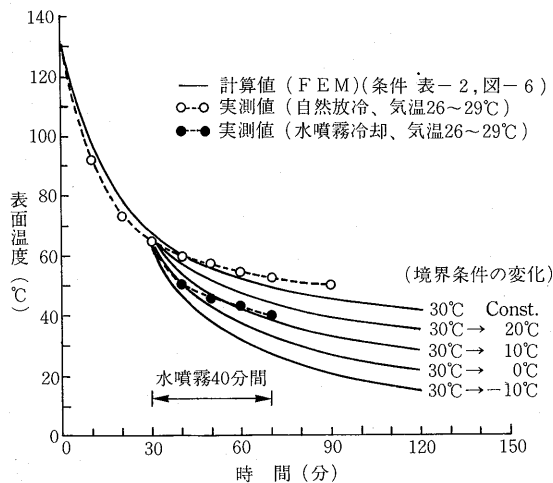


図-7 FEMによる表面温度の計算値

次に、図-8のような有限要素法によって求まる内部分布温度の変化をもとに、自然放冷の場合（気温30℃）と水噴霧冷却の場合（気温10℃の例をあてる）との放出熱量の差を求めると、冷却開始後の30分間では、その値は約185Kcal/m²となる。これが全て水の気化熱によるものとして噴霧水量を逆算すると、下記のとおり0.011l/m² · minとなる。

185Kcal/m² (30min)

=6.17 Kcal/m²・min

= (水の気化熱) * (散布水量)

=540 Kcal/ℓ*Wℓ/m²・min

∴散布水量W=0.011ℓ/m²・min

この値は、図-5に示した噴霧水量の範囲からみて50~70℃の舗装温度条件では少目であるが、前述のように今回の計算値が実測値より低めであることや、実際の現場では過剰散布となりがちで流失ロス等もあること等を考慮すれば、おおむね妥当な値といえる。

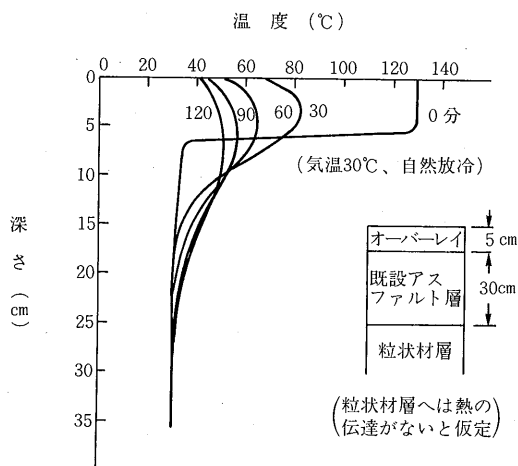


図-8 舗装体内温度の計算例(FEM)

5. まとめ

本稿では、工事渋滞と規制タイプ別渋滞対策の検討、渋滞対策としての舗装路面冷却の有効性、ならびに舗装路面冷却の有限要素法による簡単な解析などを述べてきたが、その内容をまとめると次のとおりである。

- ① 工事渋滞の形態は、交通規制方式から、往復2車線道路の場合と片側多車線道路の場合とに大別でき、前者は信号交差点における渋滞問題の変形として、後者は車線合流箇所における渋滞問題の一種として夫々扱うことができる。
- ② いずれの場合でも、交通混雑時間帯の施工を避ける必要があるが、規制延長については、これを短くすることによって渋滞が緩和でき、特に、往復2車

線道路の場合かなり有効であると判断された。

- ③ 工事渋滞対策としては各種の方法が考えられるが、わが国の舗装の約95%を占めるアスファルト舗装については、気温の高い時期の養生時間の短縮が重要であり、その対応策として、舗装路面の冷却方法は規制延長の短縮、交通開放時刻の繰り上げ、規制日数の削減などに資することができ有効である。
- ④ 舗装冷却方法のうち水噴霧方式は水の気化熱により施工路面を冷やすものであるが、簡便な装置と少い水量で内部まで冷やすことができ、気温の高い時期の都市幹線道路、市街地道路および高速道路等において用いられ、およそ、30分~1時間半の養生時間の短縮(施工速度を2m/minとすれば60~180mの規制延長の短縮)をもたらしている。
- ⑤ 舗装路面冷却について有限要素法によって検討を行ったところ、計算値は実測値より低めであったものの、水噴霧の効果は途中から外気温を急降下させたモデルに近似でき、気温26~29℃の場合で、境界面での温度をほぼ20度下げた状況に相当することが分かった。
- ⑥ また、有限要素法で求めた舗装体内温度分布の変化から放出熱量を逆算し、これを噴霧水量に換算したところ、実際より少目の量ではあるものの、そもそも算出した温度が低めであることや現場での散布ロスを考慮すれば、おおむね妥当なものであった。

あとがき

舗装路面の冷却方法の詳細については既報²⁾のとおりであるが、本稿では、さらに工事渋滞とその対応策に触れ、舗装冷却の有限要素法による検討も加えてみた。その結果、水噴霧方式による冷却方法はソフト、ハードの両面において有効であることが分かった。

舗装路面の冷却法に関する研究は昭和58年に開始したが、装置開発後研究は断続的となった。しかし、最近の交通渋滞急増傾向は各種統計値でも明らかとなっており、今後さらに、総合的な観点から検討を行いたいと考えている。

—参考文献—

1. 橋本鋼太郎：道路交通における渋滞問題，道路，1988-6，PP.7~12
2. 下田哲也，羽山高義：舗装路面の冷却方法，舗装，Vol.23-7，July，1988，PP.19~24
3. 藤田大二編著「交通現象と交通容量（交通工学実務双書-1）」技術書院，昭和62年
4. 成田保三：都市内夜間舗装修繕工事の施工管理について，第17回日本道路会議特定課題論文集，昭和62年，PP.189~191

10年ぶりの福岡国道

朝 倉 肇

建設省九州地方建設局福岡国道工事事務所長

はじめに

小生は、昭和43年入省以来、7年半ほど勤務した土木研究所を離れ、昭和50年10月に福岡国道の調査課長を拝命した。その後、本局その他を勤務した後、昨年7月にちょうど10年ぶりに福岡国道の所長を命ぜられた。

同じ事務所で調査課長と事務所長をさせていただいたお陰で気付いたこと、あるいは経験したことを少し記してみたい。

1. 一般国道3号博多バイパス

博多バイパスは、昭和50年当時すでに地元説明を終え一部の区間で用地買収に着手しており、ある意味では、調査課の手を離れていたが、図-1に示す県道福岡東環状線とのアクセスが無いことについては、(A地点)「鉄道と隣接しているため、やむを得ない。」との説明になんとか割り切れない思いがしていた。10年ぶりに戻ってみると、当時に比べ周辺の住宅開発が進み県道の交通量がかなり増大したこと、またJR九州の鹿児島本線のサービスが良くなり、特に通勤時は踏

み切りの閉塞時間が長くなったこと等で、地元からA-B間の供用を急いで欲しいという声が強くなっていった。

現在の地元関係者は、博多バイパスの計画が県道とアクセスしていないことを認識していない様子で、今さら本当のことを言う訳にもいかず、この機会に計画の一部を見直すことにした。その結果、図-2に示すように県道の付替を行うことによってランプを設け、バイパスと県道とのアクセスを可能とした。

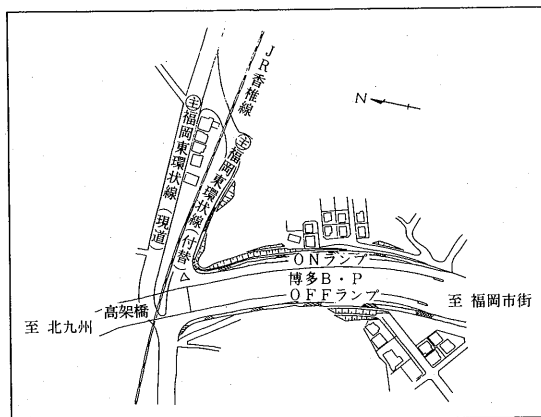


図-2 博多バイパスの県道とのアクセス計画

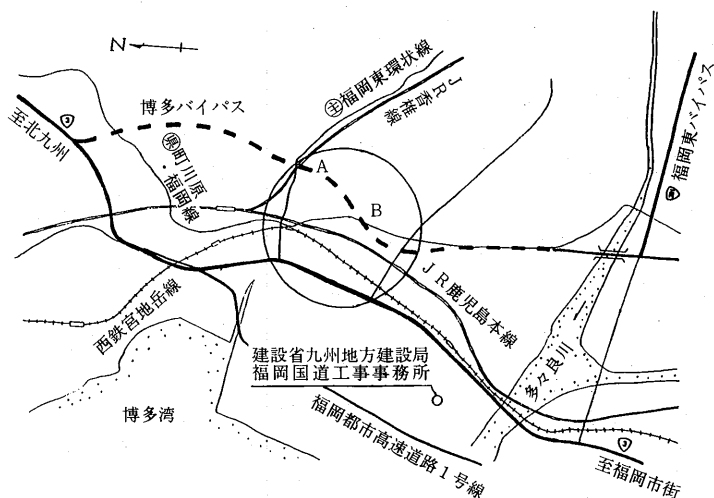
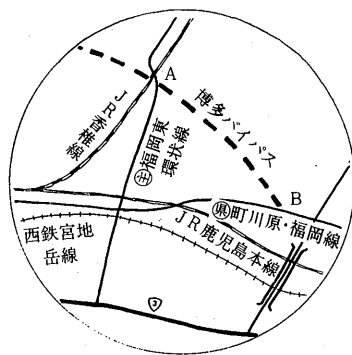


図-1 博多バイパス位置図



2. 一般国道3号福岡南バイパス 関屋高架橋

福岡南バイパスの関屋高架区間は、当初計画では、**図-3 A**の示すような計画となっており、昭和50年当時すでに用地買収がかなり進んでいたが、西鉄が隣接していたこともあり、側道計画を見直し**図-3 B**のように変更した。

その後、一部の用地買収の難行と事業費の制約等もあり、さらに計画の変更を行い、**図-3 C**に示すような変則的な断面で暫定供用を行っているところである。

しかし、最近、本区間の終点側区間が6車化されたため、この区間の整備が急がれることになった訳であるが、1,000mを超える4車の高架橋ともなると、現在の当事務所のスタミナでは供用まで多少時間がかかり過ぎる。また、西鉄踏切りとの交差点だけのための4車の高架とは少し不経済の感がしないではない。そこで、4車の高架を上り方向の2車線だけに減らし、**図-3 D**に示すような断面構成を検討してみた。断面的には非常に変則ではあるが、手戻りがほとんどなく事業費が大幅に節減できることから、この方針での事業着手を検討している。

3. 一般国道202号福岡外環状道路

福岡外環状道路は、昭和44年に40m幅で平面4車中上げ4車の8車線の道路として都市計画決定され、福岡市西南部の交通問題の抜本対策として不可欠なものとして位置付けられてきたが、昭和50年当時は、まだ

事業はほとんど進んでおらず、オイルショック後の計画見直しの中で4車の平面道路として設計を行っていた。

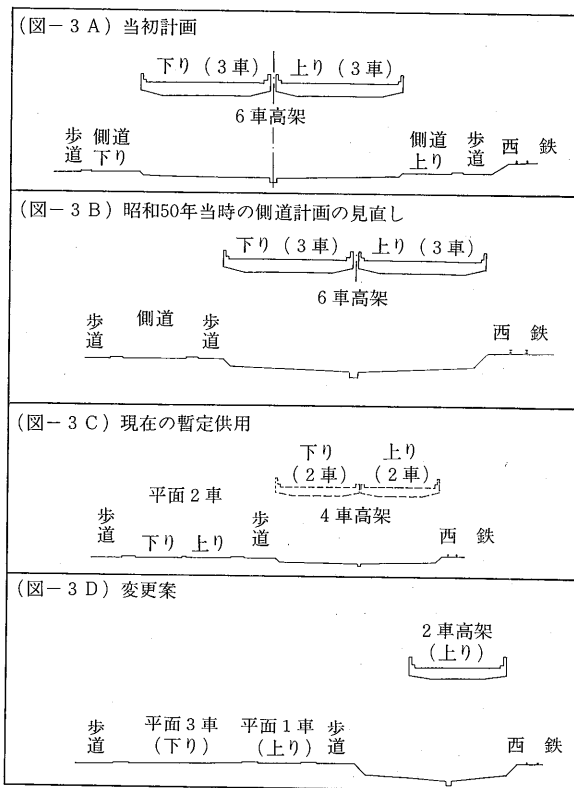


図-3 関屋高架計画の変遷

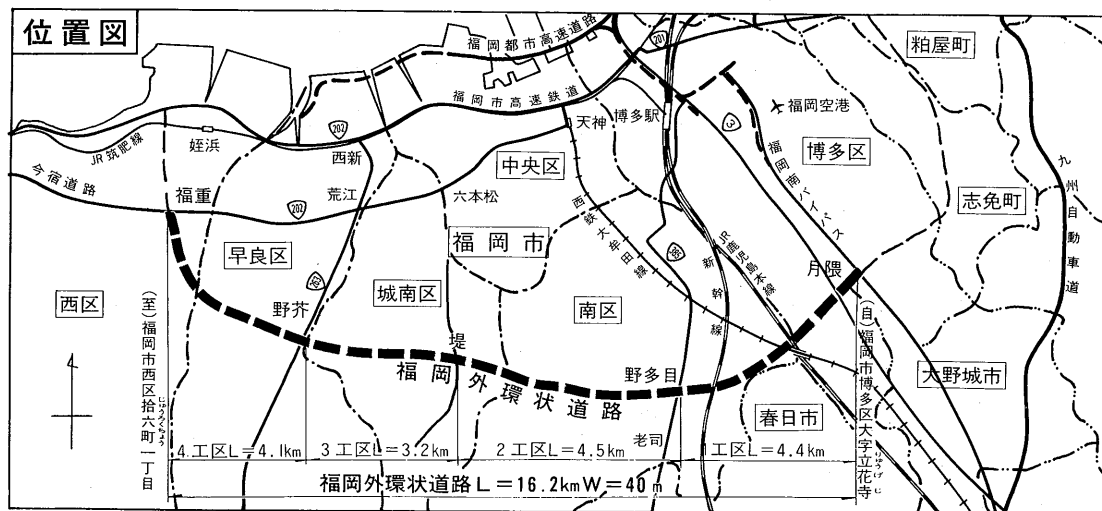


図-4 一般国道202号福岡外環状道路位置図

その後、区画整理事業の調整上建設省担当分16.2kmのうちの1.4km区間の事業を進めてきたが、年間の事業費は10億円にも満たず、全体事業費が膨大な事から(用地費だけでも1,000億円を超えると見込まれている。)「まぼろしの外環」とかげ口をたたかれる始末であった。

しかし、第10次道路整備五箇年計画を機に、福岡外環状道路が、一般国道の自専道グループに組み入れられたことから、地元では、この機会を逃してはならないという空気が高まり、福岡市は、土木局に外環推進部を設け、全面的に協力してくれることとなった。

一日でも早い完成のためには、いかにうまくスタートするかということにかかっていることは言うまでもない。

そこで、とにかく全線にわたって地元説明に入り、了解を頂けたところから、地形測量、設計協議、用地測量、用地買収へとすすめることとした。

地元説明の対象者は、直接バイパスにかかる方と両側一筆分に限ることとしたが、それでも関係者は、約二千人になるため47地区に分けて毎晩のように説明会を行うことになった。説明会は、比較的住宅の少ない

起終点から始め、次第に支障家屋の多くなる中央部に進めることとした。

第1回目の説明会では、「一応、測量立ち入りの了解が得られた。」と、調査課長の報告があり、まずはホッとしました。その後も説明会は順調に進み1,000戸にもおよぶ、住宅等の移転が伴うにもかかわらず、全線にわたって測量立ち入りの了解が得られ、11月現在、一部区間では、用地測量も終わり用地交渉に入りつつある。

おわりに

10年ぶりに福岡国道に帰ってきたが、当時の関係市町村の首長や関係者がほとんど代わっており、一部には物故者もおられること、10年前地元説明に飛び回っていた今宿バイパス、福岡東バイパス等の工事が、昭和65年の「とびうめ国体」に向け最盛期を迎えていること、10年前には現地の所々に「福岡外環状道路絶対反対!」の立て看板の見られた福岡外環状道路において、全線において測量立ち入りの了解が得られ、事業が本格化しようとしている等10年の歳月を感じている昨今である。



図—5 福岡外環状道路

転圧コンクリート舗装 (RCCP)

転圧コンクリート舗装(Roller Compacted Concrete Pavement) (RCCP)とは非常に硬練りのコンクリート(スランプO)を路盤上に敷均し、ローラ転圧によって締固めて完成させる舗装のことである。

転圧コンクリート(RCC)はヨーロッパ諸国で研究され、1970年代の後半からは先ずダム用コンクリート(RCCD)としての利用化が図られ、さらに舗装用として駐車場、コンテナヤードや交通量の少ない地方道路での使い方の経験が進み、重交通道路への拡大も図られている。

一方、我が国におけるRCCPの研究は1980年代から本格化してきている。

RCCPが従来のセメントコンクリート舗装と大きく異なる点はコンクリートの施設方法にあり、以下のような特徴がある。

- ① アスファルト舗装用のフィニッシャー、振動ローラ、タイヤローラ等を使用して施工可能である。
 - ② コンクリート舗装であるため、アスファルト舗装より維持費が軽減できる。
 - ③ 交通をしゃ断することなく施工でき、施工スピードが早い。
 - ④ 骨材のかみ合せによる耐荷力に優れているため、従来のコンクリート舗装より早期に交通開放が可能である。
 - ⑤ コンクリートの単位水量が少ないため、乾燥収縮が小さいことから目地間隔の拡大が期待できる。
- 一方、転圧施工によるコンクリート舗装であることから、
- ⑥ コンクリート表面のきめや路面の平坦性が劣る。
 - ⑦ 収縮ひびわれに対する設計・施工上の措置が明らかでない。
 - ⑧ コンクリートの配合設計法が確立されていない。
- 等の問題点が残されている。

現在、建設省、日本道路公団および地方庁では、RCCPの実用化に向けて種々の検討が行われてきており、中でも日本道路協会ではRCCPの設計・施工技術指針をとりまとめるための分科会を設置し、検討を進めている。ここでは、昭和62年度は県道を対象に試験施工を行うための“試験施工要領”をまとめて実施中である。

以下、この要領で示されている設計・施工の当面の考え方を紹介する。

1. RCCPの構造

- (1) RCCPの舗装構成は通常のコンクリート舗装の構成と同様、路盤とコンクリート版(15~25cm)から成る。ただし、端部の転圧効果を高めるために、路盤の仕上げ巾は30~50cm広くする、型枠を使用しない場合のコンクリート版端部は、45度程度のテーパをつけて仕上げる。
- (2) 路床は支持力の良い個所が望ましく、一つの目安としてCBR=4以上とする。
- (3) 路盤はRCC版の補強がしにくいこと、目地部分の荷重伝達効果を高める等の理由から、最小版厚は20cm以上とし、その支持力係数(K30)は20kgf/cm²以上を目安とする。

2. コンクリート版

- (1) コンクリート版の設計基準曲げ強度は45kgf/cm²(28日強度)を目安とする。さらに、鉄鋼、スリッパ等は施工が困難なため原則として使用しない。
- (2) コンクリートの版厚は、L交通では15cm、A交通では20cm、B交通では25cmを目安とする。

3. 目 地

RCCPには横収縮目地及び縦、横の施工目地を設ける。

(1) 横収縮目地

目地間隔は、版厚が25cmの場合15m、版厚が20cm以下の場合は10mを標準とするが、20mの間隔のものも検討している。目地の種類はカッター目地とし、深さは版厚の1/4程度、巾は6~10mmとし、注入目地材を注入する。

(2) 施工目地

施工のレーン割り、及び必要に応じて工区境いに横施工目地を設ける縦施工目地は、型枠を設置して施工し、垂直な面にはセメントペースト等を塗布して打ち継ぐ。型枠を用いない場合は、固まった部分の表面5cm程度をカットし、下は面荒らしを行って打ち継ぐ構造とする(突き合せ目地構造)。

4. 材 料

- (1) セメント、水、細骨材及び粗骨材の主要材料の品質はセメントコンクリート舗装の品質基準に合格するものを使用する。ただし、RCCの含水量の調整が重要であることから、細骨材の含水量のコントロールを強調している。
- (2) 粗骨材の最大寸法は20mm以下を標準とする。
- (3) 施工時期、コンクリートの運搬中のコンシステンシーロス等に配慮するため、原則として混和材料を使用する。

5. 配合

RCCの配合設計は図-1に示す手順で進める。

ここで、配合強度は暫定的に割増し計数を1.25をとって56kgf/cm²を目安とする。

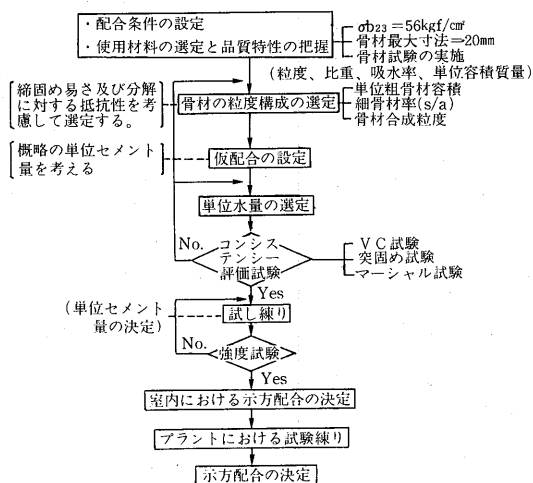


図-1 配合設計の手順

6. 施 工

舗設機械は表－１の組合せの中から機種の組合せの選定を行う。また、敷きならし機械は表－２に示すタイプのもを用いてＲＣＣＰの仕上がり、品質の差異を調べることにしている。

表—1 代表的な舗装機械の編成例

		(台数)			
機械の名称	構成例	A	B	C	D
敷ならし機械 アスファルトフィニッシャ		1	1	1	1
締固め機械 振動ローラ (7~10 t 級) " (水平式)		1	1	1	1 1 1
タイヤローラ (8~20 t 級) コンバインドローラ (4 t)		1	1 1		

特に強化型フィニッシュとは通常のスクリード型より敷ならし時に高い締固めが得られる装置（ダブルダンパ式、プレッシャーバー式等）を有したフィニッシャーのことである。また、RCC版の端部の仕上げ用に45°程度の角度をもったエンドプレートスクリードの端部にとりつけられるような機構を特記している。

7. 品質管理

プラント及び現場でのRCCの品質管理としてそれぞれ表-3、表-4に示す試験によって調査することとしている。

表一 2 高締固め型アスファルトフィニッシュのタイプ

舗装厚	アスファルトフィニッシュの締固め機構の種類
15 cm	通常型スクリード
20 cm	強化型スクリード、通常型スクリード
25 cm	強化型スクリード（通常型スクリード）

表—3 転圧コンクリートの品質管理試験（プラント）

項 目	試 験 方 法	試 験 頻 度
コンシステンシー	a. 修正VC試験 b. J I S A 1210 土の突固め試験 c. マーシャル締固め 試験	転圧コンクリート20 m毎に1回但し運搬 車ごとに、目視等によりコンシステンシーの異常な変化の有無を観察する
水分量 (含水比)	強熱乾燥法又は炉乾燥、直火法等	転圧コンクリート20 m毎に1回
強度 (標準養生)	曲げ強度 (10×10×40cm) 圧縮強度 (ϕ 10×20cm)	2回/日 (6本1組/1回) かつ各配合3回以上 試験材令(7, 28日)
転圧コンクリートの温度	温度計	2回/日 強度試験用供試体作製毎

表-4 転圧コンクリート版の品質管理試験（現場）

項 目		試 験 方 法	試 験 頻 度
施 工 中	締固め 密度	R I 水分密度計又は 現場密度(砂置換法) のいずれかによる。	50m又は施工法が変 わる毎に1横断直線 上で3回(両縁線か ら75cm及び中央) 50m又は施工法が変 わる毎に1回
	締固め 密度	コア供試体の密度測 定	コア(φ10cm)は厚 さ管理用による
施 工 後	強度	コア供試体の圧縮強 度 JIS A 1108	試験材令 (28日)
強度 (現場養生)		曲げ強度 (10×10×40cm) 圧縮強度 (φ10×20cm)	工事期間中1回 曲げ (材令:7,28日 計6本) 圧縮 (材令:1,3,7, 28,91日,1年 計18本)

注) 現場養生供試体は生コンプラントにて作製し、翌日脱型後、施工現場の付近で養生を開始する。

〔小島逸平 能谷道路(株)技術研究所〕

クリープ試験（アスファルトのクリープ試験）

アスファルトのレオロジー特性を表現する試験（例、針入度、軟化点）のなかでも、最も工学的意味あいに富んだ重要な試験である。

日常、我々がよく経験することであるが、道路用ストレートアスファルトの容器のふたをあけて横倒しにしておけば、翌日には内容物が流れ出している。また温暖期のアスファルト舗装で、発進、停止等の輪荷重が繰り返してかかる場所においてわだち掘れの発生が顕著に見られる。このような変形現象はいずれもアスファルトのクリープ現象によるものである。温度が高くなり、荷重が大きくなるほど変形量は大きくなることが理解できるが、大切なことはその荷重が継続して、あるいは繰り返してアスファルトまたはアスファルト混合物にはたらいっているということである。

クリープ試験 (creep test) とは、基本的にはある温度で、ある一定荷重をかけられた試験材料が、時間とともに変形していく状態を観測するものである。混合物の場合は、引張、曲げ、圧縮、せん断等、さまざまなクリープ試験が可能であるが、これに対してアスファルト単独の場合は、成型供試体を作りやすく、またその供試体を放置しておくだけでも、試験をする前にすでに変形してしまう（すなわち重力だけでも変形してしまう）という敏感なものであるため適当なクリープ試験の方法がなかなか見つからない。引張、圧縮等ではよほど低温で試験しないと供試体の断面形状が激変してしまうし、曲げ試験などは常識的にも無理であろう。結局、最も測定、解析しやすい試験形態は図-1に示すようなせん断試験（またはせん断クリープ試験）である。もちろん試験前の養生などでは供試体の変形しないように型枠で固定しておく等の注意は必要である。この試験では、試料膜厚と荷重の設定、微小変形量の精度のよい検出が重要であって、これらが良好であれば舗装用のアスファルトでふつう、温度40℃以下、載荷時間0.1秒以上の広い範囲で試験が可能である。通常、（せん断）応力一定のもとで行なわれるこの試験から、（せん断）ひずみ、（せん断）弾性率、（引張）弾性率またはスティフネスを求めることができる。スティフネスについては本誌138号の本欄を参照いただきたい。

図-2は、クリープ試験の実測例であって、AC-100（針入度45、60℃粘度9300ポイズ）とストレートア

スファルト（針入度64、軟化点49.0℃）の両者を比較した。T=-5℃という低温においても、スティフネスSは、時間tの増大に伴って減少していくことがよくわかる。またAC-100はストラスに比較して、短載荷時間（弾性）領域でSが小さく（つまりたわみ性があり）、長載荷時間（粘性）領域でSが大きい（流動しにくい）ことを示している。

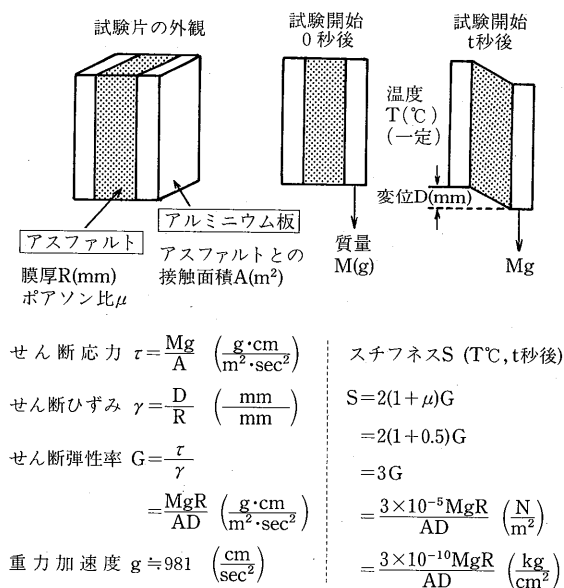


図-1 せん断クリープ試験

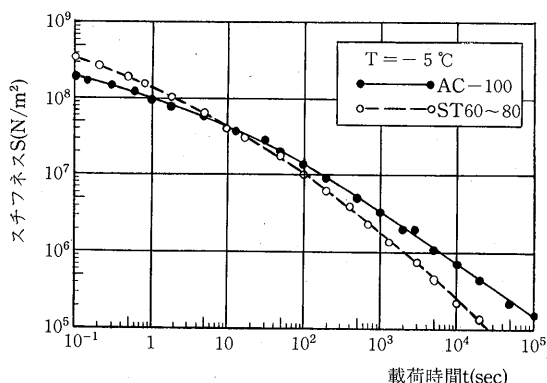


図-2 クリープ試験結果（スティフネス—時間の関係）

〔高橋正明 昭和シェル石油(株)中央研究所〕

<石油アスファルト需給統計資料> その1

石油アスファルト需給実績 (総括表)

(単位: 千 t)

項 目 年 度	供 給					需 要					
	期初在庫	生 産	対 前 年 度 比	輸 入	合 計	内 需	対 前 年 度 比	輸 出	小 計	期末在庫	合 計
52 年 度	256	4,790	(115.3)	0	5,046	4,765	(116.2)	0	4,765	287	5,052
53 年 度	287	5,229	(109.2)	0	5,516	5,218	(109.5)	0	5,218	297	5,515
54 年 度	297	5,064	(96.8)	1	5,362	5,138	(98.5)	2	5,140	236	5,376
55 年 度	236	4,720	(93.2)	1	4,957	4,703	(91.5)	21	4,724	240	4,964
56 年 度	240	4,598	(97.4)	0	4,838	4,562	(97.0)	19	4,581	226	4,807
57 年 度	226	4,624	(99.2)	0	4,850	4,574	(100.3)	18	4,592	213	4,805
58年度上期	213	2,392	(111.1)	0	2,605	2,357	(110.7)	3	2,360	241	2,601
58年度下期	241	2,555	(103.6)	0	2,796	2,564	(103.8)	1	2,565	226	2,791
58 年 度	213	4,947	(108.4)	0	5,160	4,921	(107.6)	4	4,925	226	5,151
59年度上期	226	2,541	(106.4)	0	2,767	2,516	(106.7)	0	2,517	252	2,769
59年度下期	252	2,694	(105.4)	0	2,946	2,705	(105.5)	0	2,705	240	2,945
59 年 度	226	5,235	(105.9)	0	5,461	5,221	(106.1)	0	5,221	240	5,461
60年度上期	240	2,400	(94.5)	0	2,640	2,338	(92.9)	0	2,338	294	2,632
60年度下期	294	2,629	(97.6)	0	2,923	2,696	(99.7)	0	2,696	215	2,911
60 年 度	240	5,029	(96.1)	0	5,269	5,034	(92.2)	0	5,034	215	5,249
61年度上期	215	2,656	(110.7)	0	3,130	2,568	(109.8)	0	2,568	291	2,859
61年度下期	291	3,089	(117.5)	0	3,380	3,134	(116.2)	0	3,134	235	3,369
61 年 度	215	5,744	(114.2)	0	5,959	5,702	(113.3)	0	5,702	235	5,937
62. 7 月	278	446	(103.5)	0	724	466	(110.4)	0	466	262	728
8 月	262	488	(100.2)	3	753	441	(94.7)	0	441	312	753
9 月	312	498	(98.3)	3	813	501	(100.3)	0	501	312	813
7 ~ 9 月	278	1,431	(100.5)	7	1,716	1,408	(101.5)	0	1,408	312	1,720
62年度上期	235	2,745	(103.4)	7	2,987	2,681	(104.4)	0	2,681	312	2,993
10 月	312	502	(88.8)	0	814	517	(91.5)	0	517	297	814
11 月	297	552	(105.7)	0	849	583	(100.0)	0	583	261	844
12 月	261	537	(93.6)	0	798	566	(96.9)	0	566	232	798
10 ~ 12 月	312	1,592	(95.8)	0	1,904	1,667	(96.2)	0	1,667	232	1,899
63. 1 月	232	426	(110.1)	0	658	372	(103.6)	0	372	287	659
2 月	287	481	(119.4)	0	768	471	(117.8)	0	471	296	767
3 月	296	648	(101.4)	2	946	671	(104.5)	0	671	274	945
1 ~ 3 月	232	1,554	(108.8)	2	1,788	1,514	(108.0)	0	1,514	274	1,788
62年度下期	312	3,146	(101.8)	2	3,460	3,181	(101.5)	0	3,181	274	3,455
62 年 度	235	5,892	(102.6)	9	6,136	5,862	(102.8)	0	5,862	274	6,136
63. 4 月	274	507	(98.4)	3	784	499	(104.6)	0	499	284	783
5 月	284	394	(97.8)	0	678	366	(96.6)	0	366	313	679
6 月	313	416	(105.0)	0	729	428	(102.6)	0	428	302	730
4 ~ 6 月	274	1,317	(100.2)	3	1,591	1,292	(106.5)	0	1,292	302	1,594
7 月	302	478	(107.2)	0	780	474	(101.7)	0	474	306	780
8 月	306	502	(102.9)	0	808	494	(112.0)	0	494	310	804

〔注〕(1) 通産省エネルギー月報 63年8月確報

(2) 四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

<石油アスファルト需給統計資料> その2

石油アスファルト内需実績 (品種別明細)

(単位: 千t)

項 目 年 度	内 需 量						対 前 年 度 比					
	ストリート・アスファルト			燃焼用 アスファルト	ブローン アスファルト	合 計	ストリート・アスファルト			燃焼用 アスファルト	ブローン アスファルト	合 計
	道路用	工業用	計				道路用	工業用	計			
52 年 度	4,242	235	4,477	—	288	4,765	116.9	112.4	116.6	—	109.1	116.1
53 年 度	4,638	267	4,905	—	313	5,218	109.3	113.6	109.6	—	108.7	109.5
54 年 度	4,620	175	4,795	—	343	5,138	99.6	65.5	97.8	—	109.6	98.5
55 年 度	4,233	183	4,416	—	287	4,703	91.6	104.6	92.1	—	91.5	91.5
56 年 度	4,082	202	4,284	4	274	4,562	96.4	110.4	97.0	—	95.5	97.0
57 年 度	3,943	184	4,127	187	260	4,574	96.6	91.1	96.3	467.5	94.2	100.3
58年度上期	1,917	83	2,000	236	121	2,357	104.3	86.5	103.4	524.4	98.4	110.7
58年度下期	2,033	94	2,127	304	133	2,564	96.6	106.8	97.0	214.1	98.5	103.8
58 年 度	3,950	177	4,127	540	254	4,921	100.2	96.2	100.0	288.8	98.4	107.6
59年度上期	1,915	79	1,994	403	119	2,516	99.9	95.2	99.7	170.8	101.7	106.7
59年度下期	2,084	83	2,167	403	135	2,705	102.5	88.3	101.9	132.6	101.5	105.5
59 年 度	3,999	162	4,161	806	254	5,221	101.2	91.5	100.8	149.3	100.0	106.1
60年度上期	1,767	72	1,839	388	112	2,338	92.3	91.1	92.2	96.3	94.1	92.9
60年度下期	1,974	67	2,041	522	133	2,696	94.7	80.7	94.2	129.5	98.5	99.7
60 年 度	3,741	139	3,881	910	245	5,034	93.5	85.8	93.2	112.9	96.5	96.4
61年度上期	1,825	66	1,891	565	112	2,568	103.3	91.7	102.8	145.6	100.0	109.8
61年度下期	2,160	175	2,335	673	125	3,134	109.4	261.2	114.4	128.9	94.0	116.2
61 年 度	3,985	241	4,226	1,238	237	5,702	106.5	173.4	108.9	136.0	96.7	113.3
62. 7 月	347	28	374	73	18	466	112.7	298.6	118.0	85.0	98.5	110.4
8 月	317	24	341	81	19	441	96.7	210.5	100.6	75.0	101.2	94.7
9 月	374	13	387	92	22	501	106.0	68.6	103.8	85.8	108.9	100.3
7～9 月	1,038	65	1,103	246	59	1,408	105.0	163.2	107.3	81.7	103.0	101.5
62年度上期	1,949	100	2,048	518	114	2,681	106.8	151.5	108.3	91.7	101.8	104.4
10 月	411	13	424	67	26	517	100.0	35.7	94.6	70.9	115.4	91.5
11 月	437	44	481	78	24	583	99.8	314.3	106.4	71.6	109.1	100.0
12 月	423	33	456	88	22	566	107.9	82.5	105.6	67.7	100.0	96.9
10～12 月	1,271	90	1,362	232	73	1,667	102.3	98.9	102.2	69.5	110.6	96.2
63. 1 月	211	54	265	85	22	372	114.7	135.0	118.3	74.6	110.0	103.6
2 月	296	61	357	90	24	471	117.5	435.7	134.2	78.3	120.0	117.8
3 月	525	56	581	68	22	671	108.9	193.1	113.7	60.2	122.2	104.5
1～3 月	1,032	171	1,203	243	68	1,514	112.3	203.6	119.9	71.5	115.3	108.0
62年度下期	2,304	261	2,565	475	141	3,181	106.7	149.1	109.9	70.6	112.8	101.5
62 年 度	4,253	360	4,613	995	255	5,862	106.7	149.4	109.2	80.4	107.6	102.8
63. 4 月	381	25	406	75	18	499	114.1	208.3	117.3	66.4	100.0	105.9
5 月	281	10	291	57	18	366	105.2	111.1	105.4	66.3	105.9	96.6
6 月	298	53	351	56	21	428	95.8	378.6	108.0	76.7	110.5	102.6
4～6 月	959	88	1,047	188	57	1,292	105.3	251.4	110.7	69.1	103.6	101.5
7 月	361	8	369	86	19	474	104.0	28.6	98.7	117.8	105.6	101.7
8 月	334	41	375	99	20	494	105.4	170.8	110.0	122.2	105.3	112.0

[注] (1) 通産省エネルギー月報 63年8月確報

(2) 工業用ストリート・アスファルト, 燃焼用アスファルト, ブローンアスファルトは日本アスファルト協会調べ。

(3) 道路用ストリート・アスファルト=内需量合計- (ブローンアスファルト+燃焼用アスファルト+工業用ストリート・アスファルト)

(4) 四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

重交通道路の舗装用アスファルト 「セミブローンアスファルト」の開発

B 5 版・132 ページ・実費頒価 3000 円 (送料実費)

当協会において、昭和50年の研究着手以来、鋭意検討されてきた重交通道路の舗装用アスファルトについての研究の集大成です。本レポートが、アスファルト舗装の耐流動対策の一助となれば幸いです。

目	次
1. 研究の概要	4.4 高速曲げ試験
1.1 文献調査	4.5 水浸マーシャル安定度試験
1.2 室内試験	4.6 試験結果のまとめ
1.3 試験舗装	4.7 品質規格の設定
1.4 研究成果	5. 試験舗装による検討
2. 舗装の破損の原因と対策	5.1 概 説
2.1 アスファルト舗装の破損の分類	5.2 実施要領
2.2 ひびわれ (Cracking)	5.3 施工個所と舗装構成
2.3 わだち掘れ (Rutting)	5.4 追跡調査の方法
3. セミブローンアスファルトの開発	5.5 使用アスファルトの性状
3.1 概 説	5.6 アスファルト混合物の性状
3.2 市販ストレートアスファルトの60℃粘度調査	5.7 第1次および第2次試験舗装の供用性状
3.3 製造方法の比較	5.8 第3次試験舗装の供用性
3.4 セミブローンアスファルトの試作	5.9 アンケート調査
3.5 試作アスファルトの特徴	5.10 試験舗装のまとめ
3.6 60℃粘度と他の物理性状の関係	6. む す び
3.7 薄膜加熱による性状変化	資 料
4. セミブローンアスファルトを用いた混合物の性状	1. セミブローンアスファルトの規格 (案)
4.1 概 説	2.1 石油アスファルト絶対粘度試験方法
4.2 マーシャル安定度試験	2.2 60℃粘度試験の共通試験
4.3 ホイールトラッキング試験	3. 舗装用セミブローンアスファルトの舗装施工基準

日本アスファルト協会試験方法 JAA-001-1978. 石油アスファルト絶対粘度試験方法 Testing Method for Absolute Viscosity of Asphalt

1. 適用範囲	5-1-1. 粘度計校正用標準液による方法
2. 試験方法の概要	5-1-2. 標準減圧毛管粘度計による方法
3. 用語の意味	6. 試料の準備
3-1. 絶対粘度	7. 操 作
3-2. ニュートン流体	8. 計算および報告
4. 装 置	9. 精 度
4-1. 粘度計	9-1. くり返し精度
4-2. 温度計	9-2. 再現性
4-3. 恒温そう	
4-4. 減圧装置	
4-5. 秒時計	
5. 校 正	
5-1. 粘度計の校正	

中 中
実費頒価 400 円

申込先 社団法人 日本アスファルト協会
東京都港区虎ノ門2丁目6番7号
〒105 電話 (03)502-3956

社団法人 日本 アスファルト 協会 会 員

(五十音順)

社 名	住 所	電 話
〔メーカー〕		
出 光 興 産 株 式 会 社	(100) 千代田区丸の内3-1-1	03 (213) 3 1 3 4
エ ッ ソ 石 油 株 式 会 社	(107) 港区赤坂5-3-3	03 (585) 9 4 3 8
鹿 島 石 油 株 式 会 社	(102) 千代田区紀尾井町3-6	03 (265) 0 4 1 1
キ グ ナ ス 石 油 株 式 会 社	(104) 中央区京橋2-9-2	03 (535) 7 8 1 1
九 州 石 油 株 式 会 社	(100) 千代田区内幸町2-1-1	03 (502) 3 6 5 1
共 同 石 油 株 式 会 社	(105) 港区虎ノ門2-10-1	03 (224) 6 2 9 8
極 東 石 油 工 業 株 式 会 社	(100) 千代田区大手町1-7-2	03 (270) 0 8 4 1
興 亜 石 油 株 式 会 社	(100) 千代田区大手町2-6-2	03 (241) 8 6 3 1
コ ス モ 石 油 株 式 会 社	(105) 港区芝浦1-1-1	03 (798) 3 2 0 0
三 共 油 化 工 業 株 式 会 社	(100) 千代田区丸の内1-4-2	03 (284) 1 9 1 1
昭和シェル石油株式会社	(100) 千代田区霞が関3-2-5	03 (503) 4 0 7 6
昭和四日市石油株式会社	(510) 四日市市塩浜町1	0593 (45) 2 1 1 1
西 部 石 油 株 式 会 社	(100) 千代田区丸の内1-2-1	03 (215) 3 0 8 1
ゼ ネ ラ ル 石 油 株 式 会 社	(105) 港区西新橋2-8-6	03 (595) 8 3 0 0
東 亜 燃 料 工 業 株 式 会 社	(100) 千代田区一ツ橋1-1-1	03 (286) 5 1 1 1
東 北 石 油 株 式 会 社	(985) 仙台市港5-1-1	022 (363) 1 1 1 1
日 網 石 油 精 製 株 式 会 社	(210) 川崎市川崎区浮島町3-1	044 (266) 8 3 1 1
日 本 鉱 業 株 式 会 社	(105) 港区虎ノ門2-10-1	03 (505) 8 5 3 0
日 本 石 油 株 式 会 社	(105) 港区西新橋1-3-12	03 (502) 1 1 1 1
日 本 石 油 精 製 株 式 会 社	(105) 港区西新橋1-3-12	03 (502) 1 1 1 1
富 士 興 産 株 式 会 社	(100) 千代田区永田町2-4-3	03 (580) 3 5 7 1
富 士 石 油 株 式 会 社	(100) 千代田区大手町1-2-3	03 (211) 6 5 3 1
三 菱 石 油 株 式 会 社	(105) 港区虎ノ門1-2-4	03 (595) 7 6 6 3
モ ー ビ ル 石 油 株 式 会 社	(100) 千代田区大手町1-7-2	03 (244) 4 6 9 1

〔ディーラー〕

● 北 海 道

コスモアスファルト(株)札幌支店	(060) 札幌市中央区大通り西10-4	011 (281) 3 9 0 6 コ ス モ
蔦 井 石 油 株 式 会 社	(060) 札幌市中央区南4条西11-1292-4	011 (518) 2 7 7 1 コ ス モ
株式会社 トーアス札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011 (281) 2 3 6 1 共 石
東光商事株式会社札幌営業所	(060) 札幌市中央区南大通り西7	011 (241) 1 5 6 1 三 石
中西瀝青株式会社札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011 (231) 2 8 9 5 日 石
株式会社 南部商会札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2-15	011 (231) 7 5 8 7 日 石
レキセイ商事株式会社	(060) 札幌市中央区北4条西3	011 (231) 4 5 0 1 出 光
株式会社 ロード資材	(060) 札幌市中央区北1条西10-1-11	011 (281) 3 9 7 6 コ ス モ

社団法人 日本 アスファルト 協会 会 員

社 名	住 所	電 話
● 東 北		
有限会社 男 鹿 興 業 社	(010-05)男鹿市船川港船川字化世沢178	0185 (23) 3 2 9 3 共 石
カ メ イ 株 式 会 社	(980) 仙台市国分町 3-1-18	022 (264) 6 1 1 1 日 石
株式会社 木畑商会仙台営業所	(980) 仙台市中央 2-1-17	022 (222) 9 2 0 3 共 石
コスモアスファルト(株)仙台支店	(980) 仙台市中央 3-3-3	022 (266) 1 1 0 1 コ ス モ
正興産業株式会社 仙台営業所	(980) 仙台市国分町 3-3-5	022 (263) 5 9 5 1 三 石
竹中産業株式会社 新潟営業所	(950) 新潟市東大通 1-4-2	025 (246) 2 7 7 0 昭和シェル
株式会社 トーアス仙台営業所	(980) 仙台市大町 1-1-10	022 (262) 7 5 6 1 共 石
常盤商事株式会社 仙台支店	(980) 仙台市上杉 1-8-19	022 (224) 1 1 5 1 三 石
中西瀝青株式会社 仙台営業所	(980) 仙台市中央 2-1-30	022 (223) 4 8 6 6 日 石
株式会社 南部商会仙台出張所	(980) 仙台市中央 2-1-17	022 (223) 1 0 1 1 日 石
宮城石油販売株式会社	(980) 仙台市東 7 番丁102	022 (257) 1 2 3 1 三 石
菱油販売株式会社 仙台支店	(980) 仙台市国分町 3-1-1	022 (225) 1 4 9 1 三 石
● 関 東		
朝日産業株式会社	(103) 中央区日本橋茅場町 2-7-9	03 (669) 7 8 7 8 コ ス モ
アスファルト産業株式会社	(104) 中央区八丁堀 4-11-2	03 (553) 3 0 0 1 昭和シェル
伊藤忠燃料株式会社	(107) 港区赤坂 2-17-22	03 (584) 8 5 5 5 共 石
梅本石油株式会社	(162) 新宿区揚場町 2-24	03 (269) 7 5 4 1 コ ス モ
関東アスファルト株式会社	(336) 浦和市岸町 4-26-19	0488 (22) 0 1 6 1
株式会社 木 畑 商 会	(104) 中央区八丁堀 4-2-2	03 (552) 3 1 9 1 共 石
コスモアスファルト株式会社	(104) 中央区八丁堀 3-3-5	03 (551) 8 0 1 1 コ ス モ
国光商事株式会社	(164) 中野区東中野 1-7-1	03 (363) 8 2 3 1 出 光
株式会社澤田商行関東支店	(104) 中央区入船町 1-7-2	03 (551) 7 1 3 1 コ ス モ
三徳商事株式会社 東京支店	(101) 千代田区神田紺屋町11	03 (254) 9 2 9 1 昭和シェル
新日本商事株式会社	(101) 千代田区神田錦町 2-5	03 (294) 3 9 6 1 昭和シェル
住商石油アスファルト株式会社	(105) 港区浜松町 2-3-31	03 (578) 9 5 2 1 出 光
大洋商運株式会社	(103) 中央区日本橋本町 3-7	03 (245) 1 6 2 1 三 石
竹中産業株式会社	(101) 千代田区鍛冶町 1-5-5	03 (251) 0 1 8 5 昭和シェル
中央石油株式会社	(160) 新宿区新宿 2-6-5	03 (356) 8 0 6 1 モービル
株式会社 トーアス	(160) 新宿区西新宿 2-7-1	03 (342) 6 3 9 1 共 石
東京レキセイ株式会社	(150) 渋谷区恵比寿西 1-9-12	03 (496) 8 6 9 1 富 士 興
東京富士興産販売株式会社	(105) 港区虎ノ門 1-13-4	03 (591) 3 4 0 1 富 士 興
東光商事株式会社	(104) 中央区京橋 1-5-12	03 (274) 2 7 5 1 三 石
東新瀝青株式会社	(103) 中央区日本橋 2-13-10	03 (273) 3 5 5 1 日 石
東洋国際石油株式会社	(104) 中央区八丁堀 3-3-5	03 (552) 8 1 5 1 コ ス モ
東和産業株式会社	(174) 板橋区坂下 3-29-11	03 (968) 3 1 0 1 三 共 油 化
中西瀝青株式会社	(103) 中央区八重洲 1-2-1	03 (272) 3 4 7 1 日 石
株式会社 南 部 商 会	(100) 千代田区丸の内 3-4-2	03 (213) 5 8 7 1 日 石
日東商事株式会社	(170) 豊島区巢鴨 4-22-23	03 (915) 7 1 5 1 昭和シェル
日東石油販売株式会社	(104) 中央区新川 2-3-11	03 (551) 6 1 0 1 昭和シェル
パシフィック石油商事株式会社	(103) 中央区日本橋蛸殻町 1-17-2	03 (661) 4 9 5 1 モービル
富士興産アスファルト株式会社	(100) 千代田区永田町 2-4-3	03 (580) 5 2 1 1 富 士 興
富士鉱油株式会社	(105) 港区新橋 4-26-5	03 (432) 2 8 9 1 コ ス モ
富士石油販売株式会社	(103) 中央区日本橋 2-13-12	03 (274) 2 0 6 1 共 石

社団法人 日本 アスファルト 協会 会 員

社 名	住 所	電 話
富士油業株式会社東京支店	(106) 港区西麻布1-8-7	03 (478) 3 5 0 1 富 士 興
丸紅エネルギー株式会社	(101) 千代田区神田錦町3-7-1	03 (293) 4 1 1 1 モービル
三井物産石油株式会社	(101) 千代田区神田駿河台4-3	03 (293) 7 1 1 1 極 東 石
三菱商事株式会社	(100) 千代田区丸の内2-6-3	03 (210) 6 2 7 7 三 石
ユニ石油株式会社	(101) 千代田区神田東紺屋町30	03 (256) 3 4 4 1 昭和シェル
菱東商事株式会社	(101) 千代田区神田和泉町1-13-1	03 (5687) 1 4 2 1 三 石
菱油販売株式会社	(160) 新宿区西新宿1-20-2	03 (345) 8 2 0 5 三 石
菱洋通商株式会社	(104) 中央区銀座6-7-18	03 (571) 5 9 2 1 三 石
瀝青販売株式会社	(103) 中央区日本橋2-16-3	03 (271) 7 6 9 1 出 光
渡邊油化興業株式会社	(107) 港区赤坂3-21-21	03 (582) 6 4 1 1 昭和シェル
● 中 部		
コスモスファルト (株)名古屋支店	(466) 名古屋市昭和区塩付通4-9	052 (851) 1 1 1 1 コ ス モ
株式会社 澤 田 商 行	(454) 名古屋市市中川区富川町1-1	052 (361) 7 1 5 1 コ ス モ
三徳商事株式会社静岡支店	(420) 静岡市紺屋町11-12	0542 (55) 2 5 8 8 昭和シェル
三徳商事株式会社 名古屋支店	(453) 名古屋市中村区則武1-10-6	052 (452) 2 7 8 1 昭和シェル
株式会社 三 油 商 会	(460) 名古屋市中区丸の内2-1-5	052 (231) 7 7 2 1 コ ス モ
静岡鉱油株式会社	(424) 清水市袖師町1575	0543 (66) 1 1 9 5 モービル
新東亜交易株式会社名古屋支店	(450) 名古屋市中村区名駅3-28-12	052 (561) 3 5 1 4 富 士 興
竹中産業株式会社 福井営業所	(910) 福井市大手2-4-26	0766 (22) 1 5 6 5 昭和シェル
株式会社 田 中 石 油 店	(910) 福井市毛矢2-9-1	0776 (35) 1 7 2 1 昭和シェル
株式会社トーアス名古屋営業所	(450) 名古屋市中村区名駅4-2-12	052 (581) 3 5 8 5 共 石
富安産業株式会社	(939) 富山市若竹町2-121	0764 (29) 2 2 9 8 昭和シェル
中西瀝青株式会社名古屋営業所	(460) 名古屋市中区錦町1-20-6	052 (211) 5 0 1 1 日 石
松村物産株式会社	(920) 金沢市広岡2-1-27	0762 (21) 6 1 2 1 三 石
丸福石油産業株式会社	(933) 高岡市美幸町2-1-28	0766 (22) 2 8 6 0 昭和シェル
三谷商事株式会社	(910) 福井市豊島1-3-1	0776 (20) 3 1 3 4 モービル
● 近 畿		
赤馬アスファルト工業株式会社	(531) 大阪市大淀区中津3-10-4	06 (374) 2 2 7 1 モービル
飯野産業株式会社 神戸営業所	(650) 神戸市中央区海岸通り8	078 (333) 2 8 1 0 共 石
大阪アスファルト株式会社	(531) 大阪市大淀区中津1-11-11	06 (372) 0 0 3 1 出 光
木曾通産株式会社大阪支店	(550) 大阪市西区九条南4-11-12	06 (581) 7 2 1 6 コ ス モ
共和産業株式会社	(700) 岡山市富田町2-10-4	0862 (33) 1 5 0 0 共 石
コスモアスファルト (株)大阪支店	(550) 大阪市西区西本町2-5-28	06 (538) 2 7 3 1 コ ス モ
コスモアスファルト (株)広島営業所	(730) 広島市田中町5-9	0822 (44) 6 2 6 2 コ ス モ
三徳商事株式会社	(532) 大阪市淀川区新高4-1-3	06 (394) 1 5 5 1 昭和シェル
株式会社シェル石油大阪発売所	(552) 大阪市港区南市岡1-11-11	06 (584) 0 6 8 1 昭和シェル
昭和瀝青工業株式会社	(670) 姫路市北条口3-51	0792 (77) 5 0 0 1 共 石
信和興業株式会社	(700) 岡山市西古松363-4	0862 (41) 3 6 9 1 三 石
正興産業株式会社	(662) 西宮市久保町2-1	0798 (22) 2 7 0 1 三 石
中国富士アスファルト株式会社	(711) 倉敷市児島味野浜の宮4051	0864 (73) 0 3 5 0 富 士 興
千代田瀝青株式会社	(530) 大阪市北区東天満2-8-8	06 (358) 5 5 3 1 三 石
株式会社 ナ カ ム ラ	(670) 姫路市国府寺町72	0792 (85) 2 5 5 1 共 石
中西瀝青株式会社 大阪営業所	(530) 大阪市北区西天満3-11-17	06 (316) 0 3 1 2 日 石
平井商事株式会社	(542) 大阪市南区長堀橋筋1-43	06 (252) 5 8 5 6 富 士 興

社団法人 日本アスファルト協会 会 員

社 名	住 所	電 話
富士アスファルト販売株式会社	(550) 大阪市西区京町堀2-3-19	06 (441) 5195 富士 興
富士商株式会社	(756) 小野田市稲荷町6539	08368 (3) 3210 昭和シェル
平和石油株式会社	(530) 大阪市北区中之島3-6-32	06 (443) 2771 昭和シェル
株式会社 松 宮 物 産	(522) 彦根市幸町32	0749 (23) 1608 昭和シェル
丸和鉱油株式会社	(532) 大阪市淀川区塚本2-14-17	06 (301) 8073 コ ス モ
横田瀝青興業株式会社	(672) 姫路市飾磨区南細江995	0792 (33) 0555 共 石
株式会社 菱 芳 礦 産	(671-11) 姫路市広畑区西夢前台7-140	0792 (39) 1344 共 石
● 四国・九州		
伊藤忠燃料株式会社 九州支社	(812) 福岡市博多区博多駅前3-2-8	092 (471) 3877 共 石
今別府産業株式会社	(890) 鹿児島市新栄町15-7	0992 (56) 4111 共 石
株式会社 カ ン ダ	(892) 鹿児島市住吉町1-3	0992 (24) 5111 昭和シェル
株式会社 九 菱	(805) 北九州市八幡東区山王1-17-11	093 (661) 4868 三 石
コスモアスファルト(株)九州支店	(810) 福岡市中央区島飼1-3-52	092 (771) 7436 コ ス モ
サンヨウ株式会社	(815) 福岡市南区玉川町4-30	092 (541) 7615 富士 興
三協商事株式会社	(770) 徳島市万代町5-8	0886 (53) 5131 富士 興
株式会社 トーアス高松営業所	(760) 高松市亀井町8-11	0878 (37) 1645 共 石
中西瀝青株式会社 福岡出張所	(810) 福岡市中央区天神4-1-18	092 (771) 6881 日 石
株式会社 南部商会福岡出張所	(810) 福岡市中央区天神3-4-8	092 (721) 4838 日 石
西岡商事株式会社	(764) 仲多度郡多度津町家中3-1	0877 (33) 1001 三 石
畑 鉱 油 株 式 会 社	(804) 北九州市戸畑区牧山新町1-40	093 (871) 3625 コ ス モ
平和石油株式会社高松支店	(760) 高松市番町5-6-26	0878 (31) 7255 昭和シェル
九 菱 株 式 会 社	(812) 福岡市博多区博多駅前4-3-22	092 (431) 7561 昭和シェル

編集顧問

多田 宏 行
松野 三 朗

編集委員

委 員 長 : 大熊 周 三	副 委 員 長 : 真柴 和 昌
阿 部 忠 行	石 井 一 生
菅 野 善 郎	田 井 文 夫
荒 井 孝 雄	磯 部 政 雄
河 野 宏	戸 田 透
安 崎 裕	今 井 武 志
小 島 逸 平	野 村 敏 明
飯 島 尚	金 田 一 夫
白 神 健 児	藤 井 治 芳

アスファルト 第158号

平成元年1月発行

社団法人 日本アスファルト協会

〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7 TEL 03-502-3956

本誌広告一手取扱 株式会社 廣業社

〒104 東京都中央区銀座8-2-9 TEL 03-571-0997 (代)

印刷所 アサヒビジネス株式会社

〒107 東京都港区赤坂1-9-13 TEL 03-582-1938 (代)

ASPHALT

Vol.31 No. 158 JANUARY 1989

Published by

THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION